

Піваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С.

ІННОВАЦІЙНИЙ ІНЖИНІРИНГ В ОКРЕМИХ ГАЛУЗЯХ ХАРЧОВОГО ВИРОБНИЦТВА



Дніпро
2022

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С.

**ІННОВАЦІЙНИЙ ІНЖИНІРИНГ
В ОКРЕМИХ ГАЛУЗЯХ
ХАРЧОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

Дніпро

2022

УДК 664 (075.8)
П 32

Рекомендовано до видання вченою радою ДДАЕУ
протокол № 3 від «01» грудня 2022 р.

Рецензенти:

Федулова С.О. – докторка економічних наук, професорка кафедри міжнародних економічних відносин та економічної теорії Університету імені Альфреда Нобеля

Чурсінов Ю.О. – доктор технічних наук, професор кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського аграрно-економічного університету

Кондратюк Н.В. – кандидатка технічних наук, доцентка, завідувачка кафедри харчових технологій Дніпровського національного університету ім. Олеса Гончара

Піваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Піваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. – Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. – 407 с.
ISBN 978-617-95201-3-6

Навчальний посібник присвячено висвітленню основних напрямів та перспективам розвитку харчової галузі, розумінню проблем у формуваннях переробної галузі та вміння застосовувати зарубіжний досвід розвитку харчової промисловості. Дозволяє ознайомитись з сучасними досягненнями і перспективними напрямками в кондитерському та хлібобулочному виробництві, сучасними технологічними процесами переробки рослинної, молочної, м'ясної та іншої сировини, з виготовленням різноманітних видів продукції.

Посібник призначено для здобувачів вищої освіти, які навчаються за напрямками: харчова технологія і інженерія, екологія, біотехнологія, а також для наукових працівників, аспірантів і фахівців, які цікавляться проблемами інноваційного інжинірингу харчових виробництв.

ISBN 978-617-95201-3-6

© Піваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С.
2022

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП	8
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ВВЕДЕННЯ ІННОВАЦІЙ У ХАРЧОВУ ПРОМИСЛОВІСТЬ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	10
1.1. Найактуальніші потреби та приклади напрямків розвитку і створення нових технологій в харчовій промисловості	10
1.2. Основні існуючі інноваційні моделі діяльності харчових підприємств	21
1.3. Порівняння моделі відкритої інновації та лінійних моделей.....	27
1.4. Інноваційний потенціал підприємств харчової промисловості України.....	30
2. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У КОНДИТЕРСЬКІЙ ТА ХЛІБОБУЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	42
2.1. Кондитерська промисловість як важлива галузь народного господарства	42
2.2. Сировина для кондитерських виробів.....	45
2.3. Характеристика борошняних і кондитерських виробів із використанням біологічно-активних добавок (БАД).....	51
2.4. Нетрадиційні види сировини у виробництві борошняних кондитерських виробів.....	61
2.5. Інноваційні види сировини в кондитерському виробництві	75
2.6. Використання нових видів емульгаторів, поліпшувачів, загусників, ароматизаторів, топінгів у виробництві борошняних кондитерських виробів.....	80
2.7. Використання нетрадиційних видів борошна при виробництві кексових виробів	91

2.8. Технології використання нових видів борошняних сумішей у виробництві борошняних кондитерських виробів. Нові види драглеутворюючих речовин.....	104
2.9. Поліпшувачі для хліба: основні види, переваги	113
3. ЗАСТОСУВАННЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	132
3.1. Консервування заквасок за допомогою заморожування в технології хлібобулочних виробів. Заморожування частково випечених житньо-пшеничних напівфабрикатів.....	132
3.2. Поширення низькотемпературних технологій в країнах світу	138
3.3. Роль солі, цукру, жирів та інших рецептурних компонентів у низькотемпературних технологіях	150
3.4. Види часткового випікання хлібобулочних виробів. Переваги і недоліки технології заморожування частково випечених напівфабрикатів.....	155
3.5. Особливості випікання деяких хлібобулочних виробів	159
3.6. Використання харчових добавок при застосування низькотемпературних технологій	164
3.7. Вимоги до сировини, яку використовують у виробництві продукції із заморожених напівфабрикатів в хлібопекарному та кондитерському виробництвах	167
4. ХАРАКТЕРИСТИКА РОСЛИНИХ БІЛКІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВИГОТОВЛЕНІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІ.....	174
4.1. Рослинний білок зернових, бобових культур та горіхів	174
4.2. Радикальні інновації, які здатні змінити майбутнє продуктів харчування	180

4.3. Цінність рослинного протеїну для організму людини	192
4.4. Мікопротеїн, його історія виникнення та характеристика	197
4.5. Топ 5 стартапів FoodTech, які розробляють альтернативні протеїни	205
5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАКАРОННОГО ВИРОБНИЦТВА	208
5.1. Технологія макаронних виробів швидкого приготування	208
5.2. Сировина для виготовлення макаронних виробів швидкого приготування	215
5.3. Використання сировини для збагачення макаронних виробів білком	218
5.4. Принципова схема виробництва макаронних виробів швидкого варіння та виробів, що не потребують варіння	222
6. ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРУЗІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	243
6.1. Сучасні тенденції виробництва борошняних кондитерських виробів	243
6.2. Екструзія як інноваційний процес приготування харчових продуктів	245
6.3. Виробництво кондитерських виробів за допомогою методів екструзії	249
6.4. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів	251
7. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ ТА КОНЦЕНТРУВАННЯ МОЛОКА	262
7.1. Молочні консерви та згущені і сухі молочні продукти	262

7.2. Застосування рослинних олій та білкових концентратів у складі кисломолочних напоїв. Технологічні рішення у виробництві рідких кисломолочних напоїв	269
7.3. Сучасні види заквашувальних препаратів, ферментні препарати та їх застосування у актуальних технологіях молочних продуктів	272
7.4. Особливості технології згущених молочних консервів. Шляхи розширення асортиментного ряду згущених молочних консервів	281
7.5. Сучасні адаптовані молочні продукти, їх особливості	292
7.6. Характеристика окремих груп харчових добавок, що застосовуються у молочній промисловості	298
7.7. Використання електродіалізу в технологіях дитячих молочних продуктів	302
7.8. Заквашувальні і ферментні препарати та їх застосування у актуальних технологіях молочних продуктів	305
8. МЕМБРАННІ МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ГАЛУЗІ	309
8.1. Мембранна обробка молочної сировини	309
8.2. Застосування ультрафільтраційних мембран у процесі виготовлення сиру кисломолочного дитячого	314
9. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ М'ЯСА	318
9.1. Консервування холодом	318
9.2. Заморожування і розморожування м'яса і м'ясопродуктів	327
9.3. Обсмажування, варіння і копчення мяса	337
9.4. Сушіння і вплив модифікованої атмосфери на термін зберігання м'яса	345

9.5. Використання ультрафіолетового, іонізуючого та інфрачервоного випромінювання при консервуванні. Використання струму високої і надвисокої частоти	349
9.6. Теплова стерилізація. Використання речовин, що подовжують термін зберігання продуктів	356
10. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО	377
10.1. Вертикальне землеробство	377
10.2. Прикладні інноваційні технології в індустрії харчування	385
10.3. 3D друкування їжі	387
10.4. Продуктивність і ефективність виробництва харчових продуктів і напоїв завдяки автоматизації та роботизації виробничих процесів ...	395
Література	405

ВСТУП

Інноваційний інжиніринг в харчових виробництвах свідчить про впливову роль нових сучасних ідей та запитів виробництва на вагоме покращення харчових продуктів з використанням безмежної кількості видів сировини, добавок та технологічних засобів на благо споживачів.

Харчова продукція на основі інноваційних технологій це сучасна харчова індустрія, яка спираються на результати наукових досліджень та практичних досягнень у галузі. Але не можливо формувати системне уявлення про сучасні наукові погляди та методи створення інноваційних технологій в харчовій галузі без ретельного вивчення технологічних аспектів збагачення харчової продукції мікронутрієнтами та інгредієнтами рослинного та штучного походження, без засвоєння технологічних закономірностей виробництва харчової продукції із використанням інноваційних технологій та формування її асортименту, без вивчення етапів планування, конструювання та розроблення нових харчових технологій і продуктів високої якості та розуміння особливостей застосування інновацій в харчовому виробництві. Запропонований навчальний посібник є яскравим прикладом широкого поля застосування новітніх заходів щодо використання різноманітної харчової сировини як компонентів збагачення корисними елементами харчових продуктів загального, оздоровчого та лікувального призначення (у деяких випадках навіть унікальних за складом). Розглянуто окремі галузі харчових виробництв бо охопити всі існуючі виробництва і асортимент корисної продукції харчування не є можливим. Приклади інноваційного інжинірингу у харчовій галузі, наведені в навчальному посібнику, між тим дають достатнє уявлення про наукову та практичну стратегію створення інноваційних продуктів харчування, що може надихати читача на інноваційну діяльність у застосуванні харчових добавок в технологіях харчових продуктів з

використанням природніх фізіологічно-функціональних властивостей рослинної сировини, створення новітніх технологій кондитерських і зерно-борошняних виробів, інновацій в технології м'ясо-жирових продуктів та формування перспективного асортименту молочних продуктів.

Не залишились без уваги проблемні питання, пов'язані з інноваційними технологіями майбутнього, такими як вертикальне землеробство, прикладні інноваційні технології в індустрії харчування, 3D друкування їжі та застосуванні робото-технічних засобів, здатних змінити велику кількість робітників на виробництві та забезпечити стабільну якість продуктів, що виробляються.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ВВЕДЕННЯ ІННОВАЦІЙ У ХАРЧОВУ ПРОМИСЛОВІСТЬ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. Найактуальніші потреби та приклади напрямків розвитку і створення нових технологій в харчовій промисловості

У сучасних умовах вільної конкуренції та динамічного розвитку бізнесу, для того, щоб мати першість на ринку, підприємства харчової промисловості зіштовхуються з необхідністю впровадження у свою діяльність інноваційних технологій з метою організації ефективних виробничих, організаційних та збутових процесів.

Для забезпечення достатнього рівня конкурентоздатності на зовнішньому ринку необхідно шукати нові інноваційні інструменти розвитку, оскільки зростає внутрішньогалузева конкуренція, змінюється споживчий попит, знижується рівень інноваційності харчової продукції.

Цілями сталого розвитку ЦСР (SDGs) – які віднесені до глобальної стратегії покращення здоров'я та освіти, зменшення нерівності і зміцнення економічного зростання, виділено 17 основних цілей і 169 підцілей, які є частиною глобальної стратегії сприяння сталому розвитку (ООН, 2021).

Пріоритетними сьогодні представлено 6 трансформацій ЦСР, які забезпечують успіх у їх досягненні: освіта, гендер і нерівність; демографія, здоров'я та добробут; декарбонізація енергетики та стійка промисловість; стійке харчування, екологічно чисті землі та чиста вода; стійкі громади та міста; бцифрова революція.

Харчова промисловість є ключовою у досягненні цілей сталого розвитку землі, їжі та води.

Взагалі терміни «інновація» та «інноваційна діяльність» описуються як напрямок науково-технічного прогресу та як процес, пов'язаний з

впровадженням результатів передових наукових досліджень у практичну діяльність підприємства.

В цілому, інноваційна діяльність підприємства не лише охоплює практичне використання результатів науково-технічних розробок, але й відображається у фінансових та економічних змінах, як результату виробництва нових або вдосконалених товарів, модернізації технологічних процесів, реалізації нових підходів до виробничої, організаційної, маркетингової та збутової діяльності.

До основних видів інновацій у харчовій промисловості слід віднести:

- продуктові (екологічно безпечні продукти масового споживання, продукти лікувально-профілактичного призначення з врахуванням сучасних медико-біологічних вимог для особливих груп населення, дитяче харчування тощо);

- технологічні (ресурсозберігаючі технології, вдосконалення технологічних процесів з метою скорочення тривалості виробничого циклу та підвищення якісних характеристик продукції, модернізація тари та упаковки з використанням пакувальних матеріалів, що володіють фунгіцидними властивостями тощо).

У харчовій промисловості нові технології в першу чергу спрямовані на зменшення та усунення «бактеріального навантаження»:

- електрошнек для сипучих матеріалів;
- мікрохвильова термічна стерилізація м'яса та морепродуктів;
- вакуумне витіснення вологи під впливом мікрохвиль;
- переробка фасованої продукції з високим тиском;
- зміна якості їжі під впливом імпульсного електричного поля;
- удосконалення технологічного процесу через впровадження автоматизації та роботизації елементів;

- маркетингові (впровадження нових методів маркетингу, спрямованих на здійснення значних змін в дизайні, розміщенні та презентації продуктів, їх просуванні на ринки збуту, формуванні цінових стратегій з метою збільшення обсягів продажів та ринкової частки);

- організаційно-управлінські (впровадженням нових технологій, інструментів та методів управління підприємством, спрямованих на підвищення ефективності функціонування усіх структурних підрозділів підприємства та оптимізації бізнес-процесів, зокрема постачання, виробництва, транспортування та збуту; поділяються на три види: організаційні, корпоративні та соціальні нововведення).

Очевидними перевагами впровадження інноваційних засад розвитку харчової промисловості є: значне підвищення продуктивності внаслідок автоматизації виробництва; покращення якості продукції, що є важливим чинником збільшення попиту та обсягів продажів; розширення ринків збуту продукції; підвищення конкурентоспроможності продукції.

Харчова промисловість – одна з найважливіших галузей промислового комплексу України, яка формує продовольчу безпеку та містить велику кількість різноманітних галузей, які виробляють продукти харчування, а саме: хлібопекарську, борошномельно-круп'яну, макаронну, кондитерську, цукрову, олійно-жирову, лікєро-горілчану, пивоварну, виноробну, овочєву та фруктову, молочну, м'ясну тощо. Саме галузі сільського господарства рослинництва та тваринництва є основними постачальниками сировини для харчової промисловості. При цьому саме харчова промисловість має бути рушійною силою для розвитку економіки обласних та районних центрів країни, що сприятиме підвищенню добробуту населення та вирішенню соціально-економічних проблем.

Галузі харчової промисловості мають великий ресурсний потенціал для розширення через диверсифікацію виробництва та дослідження нових ринків експорту, що дозволить створити мільйони робочих місць, збільшити надходження податків до бюджету через систему оподаткування доходів, а також зміцнити економіку промислових підприємств та країни в цілому.

Обмеження, які існують сьогодні у вітчизняних підприємствах харчової промисловості:

- низька продуктивність праці у поєднанні з високими витратами;
- нездатність постачати достатньо високий обсяг продукції, щоб бути привабливим для міжнародних клієнтів;
- місцеві компанії, насамперед, бажують продавати вже наявну продукцію і неохоче змінюють свій асортимент або технології відповідно до попиту на ринку;
- обмежена купівельна спроможність на внутрішньому ринку;
- науково–дослідна діяльність, запровадження інновацій та застосування сучасних технологій обмежуються найбільшими компаніями;
- нестача досвідчених фахівців з контролю якості та сертифікації у сфері безпечності харчових продуктів та сільського господарства;
- нестача відповідної технічної підготовки у секторі харчової та переробної промисловості (це також стосується підготовки фахівців з аналізу ринку, економістів сільського господарства та фахівців з контролю безпечності та якості харчових продуктів);
- недостатні навички і компетенції щодо застосування ринкових даних.

Сьогодні дослідники ринку харчових продуктів виділяють 5 основних трендів ринку харчових інгредієнтів Європи.

1. Здорове харчування.

Тенденція до популяризації здорового харчування вже давно не є чимось новим, але останнім часом проявляється в нових рішеннях. Серед них – нові інгредієнти, які сприяють зниженню рівня цукру (low-sugar), солі (low-salt) і жирів (low-fat) в харчовій продукції, при цьому не погіршуючи їх смакових характеристик. У цю ж категорію відносяться і добавки, які роблять кінцевий продукт більш екологічним. Окремо варто виділити інгредієнти, що розширюють функціональність продукції – підвищують рівень протеїнів, пробіотиків, харчових волокон, вітамінів, колагену, мінералів, мікроелементів і т.д. В майбутньому, розробці нових інгредієнтів буде приділятися ще більше уваги, а їх застосування надають продуктам цілий спектр нових корисних особливостей.

2. Натуральні технології.

З огляду на бажання кінцевого користувача споживати натуральний продукт, все більше виробників інгредієнтів намагаються застосовувати не синтетичні, а натуральні рішення. Так, на ринку з'явився натуральний ароматизатор на основі цукрового буряка. Він виконує завдання "підсолоджування" продукту за рахунок аромату, що дозволяє значно скоротити кількість цукру в рецептурі.

3. Пошук нових компонентів

Цей тренд також пов'язаний з попереднім – харчові інгредієнти повинні забезпечувати кінцевого продукту належну функціональність, але при цьому – залишатися натуральними і корисними. Одним з компонентів, який почав активно застосовуватися в інгредієнтах в останні роки став колаген. Колаген – це білок, що становить основу сполучної тканини організму. Незважаючи на те, що він не містить повного набору незамінних амінокислот, його застосування в раціоні харчування сприяє поліпшенню здоров'я шкіри, нігтів,

сполучних тканин в організмі. Крім того, колаген є економічно вигідним у використанні, має стійкість до термічного впливу і тривалого зберігання.

4. Використання сої

Все більше виробників інгредієнтів звертають увагу на переваги використання сої як джерела протеїнів. Це викликано як її невисокою вартістю щодо тваринних білків, так і зростаючою популярністю вегетаріанських, веганських дієт і стилю життя.

У цьому контексті Україна може стати світовим лідером з експорту сої. Природний клімат країни сприяє успішному вирощуванню сої в великих масштабах при мінімальних витратах. Крім того, є хороша експортна база і можливість поставки сої як по всій Європі, так і за її межами. Виробництво і експорт сої в Україні стрімко зростає вже більше 5 років.

На жаль, 95% всієї сої все ще експортується у вигляді бобів і переробляється за кордоном. Збільшення обсягів переробки сої могло б значно збільшити прибуток українських експортерів, і в найближчі роки цю проблему необхідно вирішити, щоб зайняти свою нішу на глобальному ринку.

5. Відмова від хімії

Одне з головних прагнень сучасного виробника харчової продукції – так званий "Clean Label", який гарантує, що продукт є натуральним і не містить хімічних компонентів. Це ж правило працює і для виробників інгредієнтів.

Прогресивні розробки в області електротехніки, хімії, фізики та біології знаходять широке практичне застосування у виробництві та зберіганні м'ясопродуктів, молочних і кондитерських виробів, напівфабрикатів, фруктів, овочів і сипучих продуктів. Прикладом може служити процес **штучного копчення**.

Дана харчова технологія була розроблена як альтернатива класичному димового копчення і дозволила істотно скоротити тимчасові і матеріальні

витрати на підготовку продуктів за даним методом. Коптильні рідини додаються зі спеціями безпосередньо в м'ясну сировину. Прискорення процесу просочування останнього досягається шляхом впливу на продукт електричного поля. Таким чином період «копчення» м'ясопродуктів скорочується від декількох діб до 4 – 6 хвилин.

Ще один метод – **обробка радіоактивним випромінюванням**, або радуризація, використовується в харчовому виробництві для знищення патогенних бактерій, затримки дозрівання плодів і уповільнення проростання деяких овочів. Обробка продуктів методом радіації широко використовується при сушці, наприклад, спецій. Опромінення має ефект, аналогічний будь-якій іншій термічній обробці, не змінюючи зовнішній вигляд та смакові якості продукту можна продовжити термін зберігання. Що особливо важливо, численні міжнародні дослідження, проведені ВООЗ і ООН, не виявили несприятливого впливу даної технології на організм людини[8].

УФ-обробка – харчова технологія, яка широко застосовується для знезараження молочних виробів, води і сипучих продуктів. Ультрафіолет знищує всі відомі мікроорганізми, які можуть призвести до псування продуктів, включаючи бактерії, віруси, дріжджі і цвіль, і не шкодить навколишньому середовищу. На відміну від впливу хімічних реагентів, УФ-випромінювання не викликає утворення токсинів і не змінює хімічного складу продуктів.

Найбільш яскраво бактерицидний ефект ультрафіолету виявляється при довжині хвилі 265 нм: УФ-промені вбивають мікроорганізми, проникаючи через їх клітинні мембрани і ушкоджуючи ДНК. Останні випробування, проведені на сироварному заводі в Нідерландах, показали, що УФ-обробка зменшує вміст термофільних бактерій на 99,3%, а бактеріофагів – на 99,999%.

ІЧ-нагрів (нагрів продуктів за допомогою інфрачервоного випромінювання) використовується в харчовому виробництві для випічки, сушіння, обсмаження, копчення і стимуляції біохімічних процесів. Зокрема, інфрачервона сушка дозволяє практично повністю зберегти вітаміни і

біологічно активні речовини (близько 80 – 90%), а також природний колір і смак продуктів. Даний метод надає можливості випускати продукти, що не містять консервантів і інших хімічних речовин. При подальшому замочуванні висушені продукти відновлюють всі свої натуральні органолептичні, фізичні та хімічні властивості.

Діелектричне нагрівання – метод нагріву змінним електричним полем. У харчовому виробництві використовується надвисокочастотне (НВЧ) нагрівання, що має ряд переваг перед традиційними методами термічної обробки:

- висока швидкість нагрівання;
- збереження вітамінів та інших корисних речовин;
- економічність процесу;
- можливість створення температурної нерівномірності.

Застосування НВЧ-нагріву дозволяє добитися майже повного вилучення олії з рослинної сировини, а також зберегти їх харчову та біологічну цінність. В хлібопекарській та кондитерській промисловості НВЧ-обробка широко застосовується для знезараження і поліпшення харчової цінності зерна. Крім того, діелектричне нагрівання застосовується для процесів розморожування, варіння, випічки, знезараження та екстрагування.

Індукційний нагрів використовується для продуктів з підвищеною вологістю. Реалізується з допомогою зовнішнього змінного магнітного поля. Електромагнітна енергія розсіюється в об'ємі продукту, викликаючи нагрівання. Індукційні установки поки ще не отримали широкого поширення на українських підприємствах, проте дана харчова технологія володіє значними економічними можливостями для успішного застосування в майбутньому.

Кріозаморожування – один з сучасних способів збереження продуктів харчування. Даний метод заморожування здійснюється за допомогою використання кріогенних газів в рідкій фазі – рідкий азот і вуглекислота. Перевага технології полягає в тому, що під час процесу заморожування,

температура в камері миттєво досягає – 70 °С, завдяки чому не відбувається руйнування міжклітинної структури продукту і, відповідно, погіршення смакових якостей. Друга перевага – швидкість процесу, яка дає мінімальні зміни ваги і зовнішнього виду продукту. Завдяки «шокового» заморожування термін зберігання продуктів значно зростає.

Пакувальна індустрія є незамінним елементом харчового виробництва. Сучасні харчові упаковки дозволяють істотно збільшувати строк зберігання продуктів, зберігаючи їх смакові якості та зовнішній вигляд. На сьогоднішній день виділяють три ключових методів упаковки харчових продуктів:

Вакуумізація. Дана технологія широко використовується в харчовій промисловості для закачування заповненої тари продуктом. Так, від вакуумізації залежить герметичність банки, а отже, збереження якості продукту при зберіганні. Крім того, технологія застосовується при сублімаційній сушці харчових продуктів, які в результаті вакуумізації зберігають смакові якості, поживні властивості і довго зберігаються в звичайних умовах.

Асептична упаковка. Дана технологія упаковки широко поширена в харчовому виробництві. Її суть полягає в тому, що продукт і упаковка стерилізують окремо, а потім упаковка наповнюється продуктом і закупорюється в стерильних умовах. Такий процес забезпечує тривале збереження продукту без використання консервантів. Асептична упаковка використовується для молочних продуктів, напоїв на основі сої, безалкогольних і спиртних напоїв, супів, соусів та інших рідких продуктів.

Упаковка в газовому середовищі. Використання модифікованого газового середовища дозволяє збільшити термін зберігання харчових продуктів завдяки зниженню розвитку мікрофлори. Дана технологія використовується в харчовому виробництві головним чином для транспортування і зберігання свіжого м'яса, риби і птиці, а також напівфабрикатів, ковбасних виробів, свіжого хліба, фруктів і овочів. За допомогою спеціальної газової середовища навколо продукту створюється

особлива атмосфера, яка перешкоджає розмноженню бактерій і окислюванню жирів.

Ця харчова технологія застосовується в країнах Західної Європи і США вже більше 20-ти років, тоді як для України є відносно новою. На сьогоднішній день існує три різновиди упакування в газовому середовищі:

- в середовищі інертного газу (N_2 , CO_2 , Ar);
- у регульованому газовому середовищі (РГС) – технологія, що вимагає значних капіталовкладень в устаткування;
- в модифікованому газовому середовищі (МГС).

Останній спосіб набув найбільшого поширення завдяки своїй економічності і забезпечення схоронності продукції. В МГС застосовується суміш кисню, вуглекислого газу і азоту, співвідношення яких залежить від типу упакованого продукту. Вуглекислий газ пригнічує ріст бактерій і дозволяє значно збільшувати термін збереження продуктів. Наприклад, в упаковках з використанням модифікованого газового середовища нарізане свіже м'ясо зберігається до 12-ти діб, а готові салати – до 10-ти діб без консервантів, при цьому немає необхідності в заморожуванні.

Це інтервенційна стратегія, що стрімко розвивається останнім часом з метою збільшення біоадсорбції макро- та мікронутрієнтів та зміни спектра харчових компонентів у їстівних частинах основних сільськогосподарських культур.

Біофортифікація – це покращення поживних якостей рослин шляхом розробки оптимальних шляхів їх мінерального живлення (внесення добрив у ґрунти), використання прийомів традиційної селекції та завдяки створенню нових рослин за допомогою молекулярногенетичних підходів (молекулярна селекція, геноміка, молекулярна біотехнологія). В основі реалізації цієї стратегії знаходяться гібридизація, радіаційний та хімічний мутагенез, селекція, методи молекулярної генетики, а також науково обґрунтовані технології внесення добрив у ґрунти, що дає можливість отримати функціональні продукти харчування нового покоління.

Кінцевою метою стратегії біофортificaції є створення рослин з підвищеними рівнями вмісту у них визначених елементів та сполук як таких, що поглинаються з ґрунту (макро- та мікроелементи), так і тих, що синтезуються в рослині (вітаміни, функціональні метаболіти). Завдяки сучасним технологіям реальним став також синтез та накопичення у певних частинах рослини не властивих їй сполук (наприклад, збагачення бета-каротином ендосперму «золотого рису») з метою надання окремим культурам покращених нових властивостей для забезпечення поживної цінності харчового раціону. Застосування біофортificaції дає змогу зменшити вміст чи взагалі усунути небажані сполуки зі складу окремих рослин. Саме тому біофортificaція є новим, перспективним та багатообіцяючим підходом у вирішенні глобальних проблем, пов'язаних із харчуванням.

Фортificaція. Стратегія, яка націлена на створення функціональних харчових продуктів шляхом внесення цільових нутрієнтів під час промислового виробництва харчових продуктів, що також дає можливість отримати функціональні продукти харчування нового покоління. Разом з цим фортificaція має ряд обмежень, які визначаються технологічними можливостями внесення тих чи інших нутрієнтів до складу харчових продуктів та забезпечення їх ефективної біодоступності.

Тому можливе поєднання цих двох стратегій (біофортificaції і фортificaції) для створення нових високоякісних функціональних продуктів харчування на основі рослинної сировини. Одночасний розвиток і впровадження біофортificaції та фортificaції забезпечуватиме реалізацію значного потенціалу для подолання проблем харчування – наприклад дефіцити мікро- чи макронутрієнтів у зв'язку з одноманітними неповноцінними раціонами чи систематичне вживання в їжу рослин, що містять небажані або токсичні компоненти (як ціаногенні глікозиди маніюки, соланін картоплі, численні харчові алергени тощо). Окрім того, вони дають змогу підвищити функціональність харчових продуктів, що важливо при профілактиці та

лікуванні багатьох захворювань, а також для підтримки оптимального стану здоров'я людини.

1.2. Основні існуючі інноваційні моделі діяльності харчових підприємств

В основному існує чотири види інноваційних моделей: підштовхування (Push); попиту; етап-воріт; відкритої інновації.

Спочатку інновації бачили як лінійну послідовність функціональної діяльності. **Лінійна модель інновацій** представлена однією з перших рамок для розуміння ставлення до науки та технологій, економіки.

Вперше таку модель обговорювали в Голландії, вона пропонувала збільшити розвиток галузей, зменшуючи «час відставання» між відкриттям та виробництвом через інвестиції в дослідження. Голландія визначила послідовність етапів: чисті наукові дослідження, прикладні дослідження, винаходи, промислові дослідження (розвиток), промислове застосування, стандартизація та масове виробництво.

Майже через десять років, перший повний опис цієї моделі був опублікований у 1941 році. Було визнано різні етапи, такі як фундаментальні дослідження, прикладні дослідження, дослідження в пробірці або лабораторії, пілотне виробництво, вдосконалення, усунення пошкоджень, технічний контроль процесу та якості, за допомогою якого дослідження розвивається до прийняття результатів у промисловому секторі. Очевидно, що третій та четвертий етапи відповідають тому, що зараз називається розвитком.

Незважаючи на своє широке використання, лінійна модель була розкритикована за її простоту. Останні зусилля, спрямовані на зміну або заміну моделі, обмежені щодо їх впливу.

Технологія Push (інноваційного підштовхування) – це лінійна модель, прийнята з 1950-х років до середини 60-х років. Вона розглядає наукове відкриття як двигун для нового технологічного рішення. Іншими словами, технологія Push, характеризує важливість розробки технологій як рушійної сили, що передреує попиту на ринку. Тому не ринок породжує технологічний підхід, а кожна нова наукова можливість, яка розвивається, застосовується та удосконалюється, знаходить місце на ринку. Модель інноваційного підштовхування передбачає наступний шлях: фундаментальні дослідження – прикладні дослідження – розвиток – маркетинг і продажі)

З іншого боку, частина науковців вважають, що ринковий попит визначає технологічний розвиток. Тому дослідження та розробки здійснюються, як наслідок того, що споживачі вимагають від ринку. З другої половини 1960-х до кінця 1970-х років підхід на основі попиту був найпопулярнішим у економічному та промисловому секторі. У цьому випадку існує інверсія процесу, адже маркетинг, який в технології підштовхування займає заключну фазу, стає відправною точкою моделі.

У моделі попиту, споживачі висловлюють свої переваги щодо характеристик товарів, які вони хочуть, тоді як виробники навчаються, через варіації попиту та цін і переваг, виявлених споживачами. Звідси починається інноваційний процес, який призводить до розміщення нових та/або вдосконалених продуктів на ринку. Інноваційна модель попиту базується на наступних кроках в своїй діяльності: потреби клієнтів – розвиток – виробництво – маркетинг і продажі. Модель сформовано на вірі, що існує можливість знання, до того, як інновація відбувається, напрямок, в якому ринок потребує інноваційну діяльність виробників.

На початку 1980-х років все більш важко виділити єдиний лінійний шлях у інноваційному процесі. Важко визначити початок та кінець фаз еволюційного процесу, оскільки вони є односпрямованими та послідовними і не враховують відгуки. Крім того, іноді інновації передбачають фальстарт,

повторне використання між етапами, тупики і стрибки з послідовності. Таким чином, дві моделі більше не можуть представляти складність інноваційних явищ у поточному економічному та соціальному сценарії.

Іншою інноваційною моделлю є так звана **модель Stage-Gate**. Вона застосовується до розробки проєктів, мета яких полягає у підвищенні ефективності та результативності існуючого продукту або розробка нового з певними властивостями.

Модель, також відома як модель **етап-воріт**, вона розподіляє інноваційний процес на основні етапи, чергуючи чотири контрольні моменти (ворота). Ворота діють як контроль над роботою, виконаною на попередній фазі.

На кожному вході потрібна інформація, яка дозволяє перейти до наступного етапу, якщо розгляд проєкту не має позитивного результату, можна продовжувати на тому ж етапі, поки проблема не буде вирішена. Вона передбачає рішення, що приймаються, організаційні ролі, залучені до прийняття рішень та всі дії, які необхідно виконати пізніше.

Оригінальна модель етап-воріт складається з п'яти етапів модифікації чи зміни фази, які часто є складними та дорогими. Основні етапи:

- встановлення мети, відповідно до якої оцінюється актуальність ідеї та шляхом швидкого попереднього дослідження, аналізується доцільність та її можлива конкурентоспроможність на ринку; на цьому етапі зазвичай вдаються до кабінетних досліджень;

- розробка бізнес-кейсу передбачає більш глибоке дослідження, щоб визначити вимоги клієнта та кінцевого користувача; метою цього етапу є розробка плану проєкту, визначення та обґрунтування продукту;

- розробка, яка орієнтована на новий дизайн продукту та попередніх тестів щодо потенційних клієнтів; крім того, готується виробничий план та план виходу на ринок;

- тестування та валідація, пов'язані з різноманітними випробуваннями продукції в лабораторії, на заводі та на ринку; також затверджуються сценарії виходу на ринок;

- запуск або початок повного виробництва, маркетингу та продажів; продукт нарешті входить на ринок. Операції з моніторингу якості та будь-які огляди після запуску також належать до цього етапу.

У більш сучасній версії цієї моделі було додано нульову фазу відкриття, в якій співробітники розглядають можливості на ринку та обговорюють нові можливі ідеї. Сила цього методу в тому, щоб мати можливість покращити навички компанії в конверсії інноваційних ідей у практичне застосування та нові продукти. Добре організований інноваційний процес може збільшити швидкість розробки продукту та згенерувати безперервний потік інновацій, що дозволяє пропонувати нові продукти на ринку, створюючи конкурентну перевагу.

Однак модель етап-воріт також характеризується жорсткою послідовністю. Зокрема, не розглядається як інноваційні ідеї створюються та ситуації, в яких інновації поширюються у множинні та розходяться у прогресії.

У 2003 році було запропоновано **концепцію відкритої інновації**, яку визначали як «використання цілеспрямованого припливу та відтоку знань для прискорення внутрішніх інновацій та для розширення ринків зовнішнього використання інновацій відповідно». Концепція відкритих інновацій ґрунтується на ідеї, що в поточному конкурентному середовищі, в якому працюють компанії, лінійна модель інновацій вже не здатна адекватно пояснити інноваційну діяльність. В даному випадку моделлю передбачено наступні шляхи: клієнти компанії – постачальники – конкуренти – межі компанії – інші партнери – дослідницькі центри – університети.

Нова парадигма пропонує нову точку зору щодо зовнішньої співпраці, коли проста співпраця розвивається у відкриті інноваційні відносини.

Компанія може дотримуватися відкритого інноваційного ставлення трьома різними засобами:

- може використовувати відкриту інноваційну діяльність, що здатна вдосконалювати свої навички та знання шляхом поєднання постачальників, клієнтів або інших учасників у внутрішній інноваційній діяльності;

- може взяти на себе зовнішню відкриту інноваційну діяльність, наприклад, ліцензування технологій та отримання прибутку від патентів;

- може реалізувати комбінований підхід відкритих інновацій, об'єднавши інші два підходи.

Взагалі, відкритий інноваційний підхід передбачає широке використання внутрішніх та зовнішніх джерел для досягнення різних інноваційних можливостей, інтегруючи таку практику з навичками та ресурсами компанії та експлуатуючи різноманітні можливості різними способами. Компанії, які не здатні використовувати зовнішні знання, зазвичай, не можуть ефективно конкурувати на ринку. Однак, коли компанія приймає відкритий інноваційний підхід, вона може приділяти недостатню увагу захисту своїх знань, що робить її вразливою щодо до різних ризиків. Така поведінка може негативно вплинути на її конкурентні переваги та стійкість протягом тривалого періоду. Отже, обмін знаннями є одним з основних ризиків відкритих інновацій і з цієї причини, деякі компанії часто вважають за краще не застосовувати відкритий інноваційний підхід, оскільки вони не хочуть втрачати контроль над їх внутрішніми знаннями.

У межах відкритої інноваційної літератури існують кілька моделей що застосовуються в харчовій промисловості. Наприклад, модель **Connect and Develop (Підключайтеся та розвивайтеся)** була запропонована у 2006 році. Вона визначає проблеми, які необхідно вирішити, і змушує їх циркулювати у

глобальних мережах окремих осіб та установ, щоб дізнатись, чи хтось у світі вже має подібні рішення.

Модель **Sharing is Winning** (Поділитися – це перемога, 2009 рік) дозволяє спільно створювати інновації та цінності через партнерські відносини.

На початку 21 століття створено так звану «**Рамку харчових машин**», яка є однією з найбільш поширених у промисловості харчової техніки, підкреслюючи, що кожен гравець у ланцюжку постачання сприймає інновації як ключовий чинник для виживання в даний час високо конкурентоспроможних ринків і тому бере активну участь у відкритих інноваціях.

Жива лабораторна інноваційна модель, запропонована у 2010 році, полягає у новому методі організації інтеграції інформації в секторі харчових продуктів та сільського господарства через структуру, яка супроводжує проект та його реалізацію.

Роком пізніше було запропоновано модель «Хочу, знайду, отримати, керувати», модель, яка складалася з чотирьох етапів, що визначають, як і коли зовнішні потрібні знання та використовуються в інноваційному процесі та залучають всіх учасників продовольчої мережі поставок.

Значення **Co-creation Open Innovation Model (спільна відкрита інноваційна модель)** базується на спільному процесі створення цінностей через споживачів, які мають активну роль у відкритій інноваційно-орієнтованій корпоративній стратегії.

Інноваційна модель відкритого інноваційного споживача (2015 рік) є яскравим прикладом краудсорсингу, тобто передачі певних виробничих функцій невизначеному колу осіб (на підставі публічної оферти, без укладання трудового договору). Вона була запропонована як нова структура на основі

інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), яка включає кінцевого споживача у інноваційний процес. Зокрема, внесок, пріоритети та потреби споживачів керують інноваційним процесом, і виражені за допомогою соціальних вебсайтів, Інтранету та блогів. Ті самі засоби ІКТ також використовуються для запиту нових ідей у інших учасників (тобто, постачальників, роздрібних торговців, дистриб'юторів та працівників фірм).

Останнім часом була описана нова інноваційна модель **NPD (розробка нових продуктів)** у харчовій промисловості (2019 рік), заснована на прикладі хрусткого хліба. Цей випадок може бути прикладом успішної відкритої інновації шляхом експорту сільського господарської продукції з країни з високим рівнем дотацій для сільського господарства та країни з найвищими витратами на оплату праці у світі.

1.3. Порівняння моделі відкритої інновації та лінійних моделей

Хоча великі компанії працюють у орієнтації «шукач», малі та середні підприємства (МСП) мають орієнтацію «захисник» або «реактор». Тільки обмежена кількість малих та середніх підприємців може успішно впроваджувати інновації, і вони є тими, хто дотримується відкритої інноваційної моделі, в якій R&D (дослідження та розробки) знаходиться в центрі інноваційного процесу, і більшість коштів інвестуються в них.

Прикладом того, як традиційні моделі все ще залишаються стійкими в рамках харчової промисловості, наведено у прикладі багатонаціональної компанії Lindt & Sprüngli, що спеціалізується на виробництві та продажу кондитерських виробів та виробництва розкішного шоколаду. Коли стратегія компанії заснована на відмінних внутрішніх навичках та компетенціях, які не пов'язані з механізмами захисту інтелектуальної власності, а також патентами,

торговельними марками або зразками, а також коли інноваційні продукти та процеси базуються, перш за все, на вроджених навичках персоналу, традиційний підхід може бути більш зручним і позитивно вплинути на діяльність компанії. Компанія Lindt & Sprüngli демонструє, що вибір замкнутої моделі в епоху відкритих інновацій, не обов'язково означає уникнення будь-якого типу зовнішньої співпраці. Це вимагає прийняття деяких «контрзаходів», щоб залишатися конкурентоспроможними, таких як суттєві інвестиції в підготовку персоналу та тісна співпраця, яка дозволяє уникнути витрат часу, необхідного для пошуку нових матеріалів і, таким чином, зменшити час на ринок.

Однак, відкрита інноваційна модель особливо використовується в харчовій промисловості (наприклад, Grimsby & Kure, 2019; Long & Blok, 2018).

Перехід від традиційних до відкритих інноваційних моделей, головним чином, пов'язаний з кількома причинами, включаючи зростаючий діалог між науковцями та харчовою промисловістю, прийняттям нових моделей інтелектуальної власності та відведення ключової ролі менеджменту, що дозволяє рухатися до інноваційного процесу.

Прийняття відкритої інноваційної моделі призвело до значних змін у підприємницькій поведінці харчової промисловості. Компанії отримали вигоду від доступу до нових навичок та виграли від розподілу витрат та ризиків, пов'язаних з інноваційним процесом, а також від зменшення часу виходу на ринок. Також більше увага було приділено творчим процесам, що розвиваються у компаніях, що призвело до збільшення асортименту продукції, що пропонується на ринку та до суворого моніторингу змін технології.

У Італії харчова промисловість посідає друге місце у виробничому секторі. Ринок є одним з найбільш конкурентоспроможних у Європі, по суті, завдяки нижчим витратам на оплату праці, що поєднується з більшою здатністю

до проникнення на ринок продукції з інших країн. У цьому контексті інновації, що відображаються у процесі, продукті або внутрішній організації, є стратегічним елементом, через який компанія може покращити свою конкурентоспроможність як на національних, так і на міжнародних ринках. З цієї причини вища кваліфікація людського капіталу, більш чітка орієнтація на високу якість продукції, організаційні зміни та розвиток навичок взаємовідносин – це фактори, які слід розглядати в успішній компанії.

Що стосується Європи, наприклад, у Сполученому Королівстві, МСП у харчовому секторі більш орієнтовані на поетапні, ніж радикальні інновації та в основному займаються інноваціями продукту та процесу, а не інноваціями, що стосуються упаковки та позиціонування.

Останнім часом фокус інноваційної діяльності німецької харчової промисловості перемістився з сектора, який значною мірою залежить від технологічних розробок у галузі постачання, до моделі, орієнтованої на попит, яка запускає велику кількість нових або нових вдосконалених продуктів харчування, що часто поєднується з технологічними інноваціями.

У Франції інновації розглядається як багатофазний процес, в якому відносна важливість кожного етапу багато в чому залежить від типу інновацій. Концепція фази продукту виявляється найважливішою фазою у випадку радикальних інновацій, що, перш за все, передбачає висококваліфіковані категорії робочих місць, таких як працівники або інженери з досліджень та розробок. У той же час фаза реалізації, яка, здається, особливо важлива у випадку поступової інновації, підкреслює роль знань у випадку проміжних категорій.

Можна зазначити, що харчова промисловість все ще пов'язана з лінійними моделями інновацій. Сьогодні зрозуміло, що інноваційні моделі піддаються впливу та впливають на зовнішні чинники. З часом стало

зрозуміло, як відносини з зовнішнім світом можуть позитивно вплинути на ефективність компанії, і з цієї причини вважається, що підхід, який повинен бути прийнятий у харчовому секторі, є підхід більшої відкритості. Відкриті інноваційні моделі повинні заповнювати недоліки, що виникають у більш традиційних та дотепер функціонуючих моделях, щоб зміцнити слабкі сторони та встановити обмін знаннями, де це необхідно.

1.4. Інноваційний потенціал підприємств харчової промисловості України

Інновації – це те, що супроводжує нас щодня в будь-якій сфері, оскільки саме так виглядає розвиток. Закон України «Про інноваційну діяльність» дає наступні визначення поняттям «інновації» і «інноваційна діяльність». Інновації – це новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

Інноваційна діяльність – це діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг.

Харчова промисловість є однією з найважливіших галузей національної економіки, відіграючи центральну роль у переробці сільськогосподарської сировини. Ця галузь традиційно розглядається як галузь з низькою інтенсивністю досліджень; незважаючи на це, інновації визнаються важливим інструментом для компаній харчової промисловості, щоб виділитися серед конкурентів і задовольнити очікування споживачів. Підприємства харчової промисловості вирішують стратегічне завдання забезпечення продовольчої

безпеки країни, тому проблема підвищення ефективності їх роботи на засадах активізації інвестиційно-інноваційної діяльності є одним із пріоритетних напрямків розвитку вітчизняної економіки.

Поняття інноваційної діяльності підприємства характеризується його здатністю сприймати і використовувати науковий, науково-технічний та інтелектуальний потенціал, накопичений в даній галузі як на вітчизняному, так і на міжнародному рівні. Основу інноваційної діяльності підприємства становить переведення виробництва на виготовлення принципово нової техніки, застосування нових технологій та надання нових видів послуг. Підприємства, які формують стратегічну поведінку на основі інноваційного підходу мають можливість завоювати лідерські позиції на ринку, зберегти високі темпи розвитку, скоротити рівень витрат, добитися високих показників прибутку. Проблема підвищення ефективності інноваційної діяльності вітчизняних підприємств набуває принципового значення, оскільки її вирішення дасть змогу перейти до створення і використання технологій більш високого рівня, а отже, прискорити економічне зростання національної економіки. Тому активізація інноваційної діяльності підприємств, його наукової і виробничої сфер, є важливим завданням та умовою становлення економічної незалежності України.

Наразі основними світовими трендами в харчових технологіях 2022 року є: альтернативні білки, нутрицевтики, електронна комерція, безпека харчових продуктів, індивідуальне харчування, діджиталізація закладів харчування, діджиталізований харчовий менеджмент, зменшення харчових відходів, робототехніка та 3D харчові принтери.

Тож підприємствам харчової промисловості і ресторанного господарства доцільно розвиватися, враховуючи світові тенденції.

Згідно зі звітом Глобального інноваційного індексу за 2021 рік Україна в рейтингу країн світу з інноваційної діяльності займає 49 місце зі 132, 32 місце

займає серед європейських країн і 3 місце в рейтингу країн, для яких інновації приносять середню кількість доходів. Україна належить до країн, що ефективно провадять свою інноваційну діяльність у різних сферах

Інновації на рівні галузей розрізняються рядом ознак. За змістом вони поділяються на:

- технічні – вдосконалення матеріально-технічної бази, впровадження нового обладнання, автоматизація та комп'ютеризація;

- економічні – впровадження нових методів планування, методів обліку витрат на підприємстві;

- управлінські – застосування нових методів управління персоналом;

- соціальні – інновації, спрямовані на поліпшення умов праці працюючих на підприємстві.

За характером інновації поділяються на:

- процесні – розробка і впровадження нових технологій, комплексних методів організації виробництва і його управління.

- продуктові – інновації, спрямовані на отримання нової продукції, яка сильно відрізняється від раніше випущеної.

Унікальна специфіка харчової промисловості полягає в тому, що ряд вироблених нею продуктів має стислі терміни придатності. Збільшення цього проміжку часу природним чином стимулює впровадження у виробництво найостанніших розробок в області науки. Впровадження інноваційних технологій на всіх стадіях життєвого циклу товарів є ключовим напрямком підвищення конкурентоспроможності підприємств вітчизняної харчової промисловості. Інноваційна діяльність організацій, особливо харчових, вимагає якісно нового підходу. Вона повинна бути стратегічно орієнтованою системою заходів по розробці, впровадженню, освоєнню, виробництву, комерціалізації та аналізу ефективності інновацій.

Для підприємств харчової промисловості інноваційний процес є характерним перманентним оновленням продукції. З метою розповсюдження технічних нововведень на великих фірмах існує стратегія поетапного введення нових технологій. Цикл від появи інноваційної ідеї до придбання потрібного устаткування не перевищує одного року. Оскільки великі підприємства мають фінансові ресурси для розробки та впровадження нових технологій, вони суттєво підвищують свою конкурентоспроможність завдяки їх швидкості реакції на нововведення. У свою чергу, малі підприємства не мають змоги фінансувати комплексні наукові підрозділи. Придбання нового устаткування та гнучкість асортименту є важливішою умовою збереження їхньої конкурентоспроможності. Найчастіше стратегія малих підприємств базується на використанні тільки власних фінансових ресурсів, що супроводжується більшою часткою ризику у порівнянні з великими підприємствами.

Таким чином, інновація в харчовій промисловості – це результат використання інтелектуальних розробок, що забезпечує виробництво високоякісної, патентоспроможною продукцією, яка забезпечує зростання продовольчої безпеки країни, що відповідає споживчим потребам, що дає змогу підприємствам харчової промисловості збільшити обсяги виробництва за рахунок освоєння нових видів продукції, забезпечити дотримання екологічних норм виробництва, поліпшити умови праці, впровадити механізми ресурсозбереження та скорочення втрат сировини та матеріалів у виробничому процесі, збільшити терміни зберігання продуктів харчування.

Однак інноваційна діяльність в українській економіці не досягнула високого рівня. Кількість підприємств, котрі займаються активною інноваційною діяльністю, поступово зменшується. Зараз вони становлять 9–10% від усіх українських підприємств, що набагато менше, ніж в розвинутих економіках та інноваційних лідерах світу. Промислове виробництво знаходиться на рівні 2,5 % за своєю наукоємністю, у разі менше ніж на

світових показників. При цьому більшість фінансових ресурсів, витрачених на інноваційну діяльність, припадають на закупівлю обладнання, на відміну від затрат на проведення науково-дослідних робіт та закупівлю ліцензій. Найбільшу питому вагу складають інші роботи (маркетингові та організаційні інновації), що є негативною тенденцією для інноваційного розвитку, так як ці роботи не створюють принципово нових продуктів або технологій.

Розвиток і нарощування інноваційного потенціалу в харчовій промисловості – стратегічне завдання довгострокового характеру. Ринок, побудований на принципі конкуренції, диктує певні стандарти до сучасних інновацій (продуктових, технологічних, маркетингових та організаційних). Впроваджуючи нововведення, господарські одиниці мають змогу знижати рівень затрат у виробництві, тим самим забезпечуючи собі можливість захопити більший сегмент ринку та отримати економічну вигоду. Інновації в харчовій промисловості дозволяють підприємству за рахунок створення монополії на інновацію отримати додатковий грошовий потік. Також підприємства завдяки інноваціям зберігають свої конкурентні переваги та ринкову позицію. Інноваційна активність є неможливою без використання відповідних інструментів і заходів по їх реалізації.

Таким чином, основними заходами стимулювання інноваційної діяльності у харчовій промисловості можуть бути:

1) перехід від вузького спеціалізованого виробництва на випуск наукомісткої і високотехнологічної продукції, скорочення внутрішньозаводських втрат у виробництві на основі вдосконалення кадрової політики;

2) розширення сфери переробки харчових продуктів, починаючи від надходження сировини на заводи і закінчуючи його ефективним розподілом за відповідними роздрібним мережам;

3) підвищення ступеня мобільності підприємств у розрізі прийняття оперативних рішень, спрямованих на скорочення тривалості виробничого циклу;

4) закріплення кадрів на підприємствах через систему держзамовлення, стимулювання до праці молодих спеціалістів на основі виділення субсидій на придбання житла.

У свою чергу, вищезазначені зміни виконуються на рівні підприємства, а на державному рівні та рівні галузі пропонуються наступні заходи стимулювання інноваційної діяльності:

- розробити систему державних дотацій на оновлення технологічної бази підприємств;

- заснувати фонд підтримки інновацій, зокрема для утримання патентів у межах держави;

- стимулювати технологічну та науково-дослідну кооперацію для формування вільного інформаційного простору для трансферу технологій між державами;

- вдосконалити систему пільгового страхування ризиків інноваційних підприємств;

- стимулювати орієнтованість підприємств на продаж ліцензій, а не патентів завдяки розробки програми наукової міжнародної співпраці.

На сьогоднішньому етапі функціонування ринку розвиток інноваційного потенціалу харчової промисловості України є важливою умовою для забезпечення ефективного виробництва та задоволення потреб споживачів в Україні. Під інноваційним потенціалом підприємства варто розглядати сукупність таких факторів, які забезпечують інноваційний розвиток підприємства як технічність, технологічність, фінанси, правове регулювання, інфраструктура, наукоємність, соціальна культура. Використання цих факторів

перш за все можливо за наявності в країні, регіоні, галузі чи підприємстві необхідних ресурсів та гарних умов для їх використання з метою ефективного здійснення інноваційної діяльності.

Інноваційний потенціал підприємства – це наявність взаємопов’язаних у соціально-економічних формах ресурсів, яка сприяє можливості підприємства під дією зовнішніх і внутрішніх факторів створювати й ефективно впроваджувати продуктивні, технологічні, організаційні або маркетингові інновації з метою досягнення інноваційних стратегічних змін, підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності підприємства.

Для забезпечення поступового та рівномірного розвитку підприємства необхідно реалізовувати інноваційні можливості, які відбуваються за рахунок перетворення ідей у нововведення. Саме від рівня інноваційного потенціалу підприємства залежатиме формування ефективного управління інноваціями та забезпечення розвитку діяльності. У широкомасштабному розумінні реалізація інноваційних цілей – це спосіб збільшення прибутку підприємства, посилення конкурентних переваг, зміцнення положення підприємства на ринку. Високий рівень розвитку інноваційного потенціалу підприємства надає йому можливість вдалого запобігання кризовим ситуаціям. Інноваційний потенціал підприємств харчової промисловості містить певні складові, які визначають стан його розвитку та можливість досягнення поставлених цілей: фінансовий, мотиваційний, комунікаційний, науково-дослідний, техніко-технологічний, кадровий, інтелектуальний та ринковий. Саме наявність цих складових відображає реалізовану та нереалізовану здатність підприємств харчової промисловості до впровадження інноваційного проекту або інноваційних перетворень та створення інновацій.

Одним із найважливіших факторів є державна підтримка, адже досі не розроблена ефективна стратегія стимулювання інновацій харчової галузі в усіх регіонах України, яка б дала змогу підприємствам затверджувати проекти та

швидше їх впроваджувати з підтримкою держави. Наступним фактором гальмування інноваційного потенціалу є перевага короткострокових задач над стратегічними планами підприємств. Оскільки інновації є досить ризиковими і їх окупність потребує часу, віддається пріоритет традиційним методам виробництва та веденню бізнесу в цілому. В Україні існує проблема зі значною монополізацією ринку харчової промисловості. Це не дає змоги підприємствам орієнтуватися на інновації, оскільки необхідно швидко випускати продукцію, отримувати прибуток та не ризикувати власними коштами, вкладеними у розробку, обладнання, трудові ресурси та виготовлення. Дуже важливим фактором, що гальмує розвиток інноваційного потенціалу на підприємствах є дешева робоча сила. Підприємці часто схиляються до найму працівників за невеликі гроші замість оновлення виробничого обладнання, автоматизації процесів. Також рівень знань працівників оцінюється як інтелектуальна складова, яка має вагомий вплив на інноваційний потенціал підприємств та ефективну систему інноваційного управління. Саме наявність висококваліфікованих працівників забезпечує розробку та впровадження інноваційної продукції або процесів. Таким чином, щоб забезпечити інноваційний розвиток підприємства необхідно формувати або покращувати стан розвитку інноваційного потенціалу підприємств харчової промисловості в Україні який має чітко відповідати стратегії розвитку підприємства, його завданням та цілям. Через невелику кількість інноваційно-активних підприємств та незначний обсяг впроваджуваних інновацій, підприємства харчової промисловості не є інвестиційно-привабливими, а отже мають проблеми з фінансуванням та недостатніми можливостями для підвищення ефективності діяльності. Технологічні процеси, що активно використовуються в харчовій промисловості України не є характерними для виробників харчової продукції світу. Про це свідчить відсутність передачі технологій до інших

країн світу, тому можна говорити про занепад та значне відставання харчової промисловості України від прогресивних країн світу.

Одними із пріоритетних шляхів розвитку у даній галузі є використання автоматизованих ліній, роботизації, інформаційних систем, кібернетизації, штучного інтелекту у прогнозуванні попиту на продукцію, узагальнено це говорить про важливість переходу до Індустрії 4.0.

У першу чергу фокус відбувається на покращенні бізнес-показників підприємств, таких як: якість, продуктивність, інновації, собівартість, клієнтський досвід. Фокус Індустрії 4.0 будується на драйверах цінності, а саме оптимізація процесів, енергоефективність, віддалений моніторинг, оптимізація ланцюга споживачів, аналітика даних. У основі переходу закладені базові принципи – автоматизація системи та цифровізація даних, узагальнено говориться про перехід до діджиталізації.

На допомогу підприємствам у сучасних умовах створюються та розвиваються технопарки, бізнес-інкубатори, бізнес-акселератори та інноваційні центри для стимулювання інновацій. Вони зменшують ризикованість проєктів, допомагаючи їх вдосконалити та правильно описати, а також допомагають у пошуку інвесторів. У сучасних економічних умовах державі варто розробити механізм пільгового оподаткування прибутку підприємств харчової промисловості від впровадження інновацій, надавати пільгове кредитування на науково-дослідні роботи та страхувати інновації. Також пріоритетом є створення нормативно-правової бази для регулювання інноваційної діяльності, забезпечення інвестиційно-привабливого клімату в країні і визначення першочергових напрямків інноваційної діяльності в харчовій промисловості.

Ситуацію щодо інноваційної діяльності в харчовій промисловості за кордоном розглянемо на прикладі малих та середніх підприємств галузі,

оскільки вже знаємо, що гіганти будь-якої промисловості завжди мають план розвитку і цілі відділи інновацій, що отримують достатньо фінансування.

Підприємства харчового сектору Великобританії більше зосереджені на поетапних інноваціях, а не на радикальних інноваціях, і вони також більше задіяні в інноваціях продуктів і процесів, ніж у інноваціях упаковки, позиції та концепції. З точки зору інноваційних характеристик найважливішим фактором, що впливає на інноваційну орієнтацію є прагнення заохочувати нові ідеї та культивувати інноваційних працівників.

Малі та середні підприємства харчового сектору пропонують широкий спектр прикладів інновацій. Вони змогли класифікувати свої інновації на інновації продуктів, процесів, позицій або концепцій продукту. Крім того, є докази того, що підприємства харчового сектору задіяні в різних типах інновацій, хоча було запропоновано більше прикладів для інновацій продукту, ніж для інших видів інновацій. Крім того, є докази взаємодоповнюваності між різними типами інновацій.

Португальські вчені в галузі харчової науки дійшли до наступних висновків. Сьогодні новий спосіб життя, вищі доходи та поінформованість споживачів формують споживчий попит на цілорічне постачання високоякісних, різноманітних та інноваційних продуктів харчування.

Інновації визнані ключовим драйвером економічного зростання підприємства. Розробка харчових продуктів дуже залежить від сприйняття їх споживачем, тому надзвичайно важливо включити споживача в процес розробки, щоб мінімізувати ймовірність невдач. Сектори харчової промисловості, де зареєстровані важливі розробки та інновації, включають технології переробки та системи пакування, де останні досягнення дали дуже значні результати.

Також португальці визнали, що цінність традицій також важлива в харчовому секторі, який особливо багатий етнічними елементами, місцевими інгредієнтами, традиційними рецептами та соціальними аспектами, пов'язаними не тільки з самою їжею, але й з актом прийому їжі.

Проте харчова промисловість прагне до розробки нових продуктів, які відповідають сучасним тенденціям і здатні підкорити сучасних споживачів, водночас зберігаючи ідентичність специфічних продуктів, які цінуються як традиційні.

У США інноваційна діяльність більше спрямована на зміну упаковки. Спостерігається тенденція до більш екологічної упаковки. Екологічна упаковка характеризується такими критеріями: вона корисна, безпечна та здорова для окремих людей та громад протягом усього її життєвого циклу. Упаковка має відповідати ринковим критеріям ефективності та вартості. Її отримують, виробляють, транспортують та переробляють з використанням відновлюваної енергії. Вона виготовлена з використанням чистих виробничих технологій та передового досвіду. Вона виготовлена із матеріалів, які є корисними для всіх ймовірних сценаріїв закінчення терміну служби. Упаковка розроблена для оптимізації матеріалів та енергії. Вона ефективно відновлюється та використовується в біологічних та/або промислових циклах від колиски до колиски.

Загалом можна зазначити, що за кордоном інновації впроваджуються швидше і ефективніше, однак Україна впевнено йде в необхідному напрямку, використовуючи всі можливості.

Питання для самодіагностики знань

1. Охарактеризуйте сутність основних видів інновацій у харчовій промисловості.

2. В чому полягають основні інноваційні засади розвитку харчової промисловості?
3. Проаналізуйте основні тренди ринку харчових інгредієнтів Європи і України.
4. Охарактеризуйте види інноваційних моделей: підштовхування (Push); попиту; етап-воріт; відкритої інновації, що в них є спільного та відмінного відносного кожного виду.
5. Прокоментуйте напрями інноваційної діяльності в харчовій промисловості.
6. В чому полягають основні заходи стимулювання інноваційної діяльності у харчовій промисловості?
7. Що таке інноваційний потенціал підприємств харчової промисловості?

2. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У КОНДИТЕРСЬКІЙ ТА ХЛИБОБУЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

2.1. Кондитерська промисловість як важлива галузь народного господарства

Основним напрямком розвитку цієї галузі є необхідність значного зростання якості, біологічної цінності і смакових переваг продуктів харчування, а також покращення їх асортименту. Завжди актуальним є повне забезпечення потреб народного господарства і населення у високоякісній продукції; проведення технічного переозброєння, вдосконалення та інтенсифікація виробництва кондитерської галузі. Кондитерські вироби - харчові продукти високої калорійності і засвоюваності, мають приємний смак, тонкий аромат, привабливий зовнішній вигляд. Тому актуальним питанням на сьогоднішній день є використання натуральної інноваційної сировини, придбання найсучаснішого обладнання та впровадження найновіших технологій для виробництва продуктів, які б задовольняли споживачів. В якості основної сировини для приготування кондитерських виробів використовуються наступні види продуктів: борошно (пшеничне, рідше кукурудзяна, рисова, вівсяна і ін), цукор, мед, фрукти і ягоди, молоко і вершки, жири, яйця, дріжджі, крохмаль, какао, горіхи, харчові кислоти, желюючі речовини, смакові і ароматичні добавки, харчові фарбники і розпушувачі. Борошняні кондитерські вироби мають велике значення у харчуванні населення. У сучасних умовах поряд із забезпеченням високої якості кондитерських виробів висувається нагальна необхідність у розширенні й поповненні їх асортименту.

Високий вміст вуглеводів, білків і жирів, а також поліненасичених жирних кислот і деяких вітамінів, обумовлює значну цінність кондитерських виробів. Через їх легку засвоюваність і можливості тривалого зберігання (за

винятком деяких швидкопсувних видів, як, наприклад, торти) можуть використовуватися для харчування спортсменів, в умовах походів. Однак споживання кондитерських виробів у великих кількостях може призвести до ожиріння, цукрового діабету та інші.

Дієтичні та лікувальні види кондитерських виробів відрізняються від звичайних за своїм хімічним складом. У кондитерських виробках, призначених для хворих на цукровий діабет, цукристі речовини замінюються сорбітом або ксилітом. Для хворих на анемію вводиється гематоген - джерело заліза і повноцінного білка, для хворих з зубною хворобою і для профілактичного харчування людей похилого віку - морська капуста - джерело йоду, аскорбінової кислоти, мікроелементів. З кондитерських виробів, призначених для дітей, виключається кава, а кількість какао доводиться до можливого мінімуму.

З метою пошуку нових рішень для збереження корисних речовин, вишукуються нові процеси виробництва кондитерської продукції.

Ринок кондитерської промисловості розвивається завдяки впровадженню нових технологій, сучасного технологічного обладнання, автоматизації виробництва, прогресивних методів управління. За даними Держкомстату України, інвестиції в розвиток підприємств кондитерської промисловості складають щорічно більше 200 млн.грн., всі підприємства галузі є приватними, де активно залучається капітал нерезидентів. Обсяг виробництва кондитерської промисловості становить 3% ВВП країни. Частка України на світовому ринку (93 млрд USD) досягає 1%. Українські кондитерські підприємства споживають близько 600 тис. т цукру на рік. Національна кондитерська промисловість представлена підприємствами, що входять до системи Державного департаменту продовольства України: ЗАТ «Укркондитер», «Укрпродсоюз», «Укрхліб» і неасоційованими підприємствами приватного сектору. В систему «Укркондитер» входить 28 фабрик, заводи продтоварів, цехи і підприємства громадського харчування. Сумарна виробнича потужність 28 кондитерських фабрик системи ЗАТ «Укркондитер» становить до 3/4 обсягу виробництва кондитерської

промисловості України. Ринок кондитерської продукції умовно ділиться на три основних сегменти: цукристі, борошняні і шоколадні вироби. Найзначніший сегмент – цукристі кондитерські вироби (карамель, драже і цукерки). Сегмент борошняних виробів (печива, вафлі, торти і крекери) займає до 38,6% всього обсягу продукції, а сегмент шоколадних виробів – 5,7%. Практично всі товарні групи кондитерської промисловості розвиваються завдяки освоєнню виробниками нових рецептур і поліпшенню технологічного обладнання.

В останні роки найпомітніше розширився асортимент шоколаду плиткового (за рахунок пористого і високоякісного тонкого); шоколадних цукерок (завдяки розвитку пралінових начинок); шоколадних батончиків (особливо вафельної групи); рулетів, бісквітів (у тому числі бісквітного печива), глазурованого печива й печива з начинкою.

Упродовж багатьох років, починаючи з серпня – вересня, в кондитерській промисловості спостерігаються сезонні тенденції нарощування виробництва і розширення асортименту в кожній із товарних груп. Найбільшими виробниками кондитерських виробів в Україні є компанії: Roshen, ЗАТ «АВК», ЛКФ «Світоч», ЗАТ «Крафт Фудз Україна», ЗАТ «ВО «Київ-Конті». За оцінкою спеціалістів, ємність внутрішнього ринку кондитерських виробів становить близько 1 млн т на рік.

Підприємства галузі постійно інвестують в розвиток галузі близько 200 млн дол. США щорічно. На провідних кондитерських фабриках проведено повну модернізацію виробництв, встановлені найсучасніші виробничі лінії. Галузь розвивається в умовах жорсткої внутрішньої і зовнішньої конкуренції, що сприяє постійному вдосконаленню управлінських процесів та забезпеченню високих світових стандартів якості виробленої продукції. На всіх провідних підприємствах галузі впроваджені та функціонують системи менеджменту якості по версії ISO 9001:2000

2.2. Сировина для кондитерських виробів

Борошняні кондитерські вироби представляють собою переважно здобні вироби з високим вмістом цукру, жиру і яєць. Низька вологість, висока харчова цінність поряд з хорошими смаковими якостями роблять ці вироби незамінними для туристів, спортсменів і учасників експедицій, а також є улюбленим продуктом для населення, особливо дітей.

Борошняні кондитерські вироби займають друге місце за обсягом виробництва в кондитерській промисловості і, крім того, виробляються в значній кількості в хлібопекарській промисловості. Асортимент борошняних кондитерських виробів дуже різноманітний і відрізняється рецептурою, різною формою, обробкою і смаком. Залежно від технологічного процесу і застосовуваного сировини борошняні кондитерські вироби можна розділити на наступні групи: печиво (бісквіт), пряники, галети, вафлі, здобне печиво, тістечка і торти, кекси і баба.

У свою чергу кожна група виробів поділяється на підгрупи:

- печиво (бісквіт) – цукровий і зтяжне;
- галети – прості, дієтичні і сухе печиво (крекер);
- здобне печиво – сорти пісочно-виймальні, пісочно-відсаджувальні, збивні, мигдально-горіхові, сухарики;
- пряники – сирцеві і заварні;
- тістечка – пісочний, бісквітні, листкові, міндально-горіхові, крошкові, повітряні (типу меренги), кошики (таралетки), заварні (типу «Еклер»);
- торти – пісочний, бісквітні, листкові, мигдально-горіхові, вафельно-пралінові, пряникові.

У виробництві борошняних кондитерських виробів основними видами сировини є борошно, цукор і жир.

Борошно. Кондитерська промисловість застосовує переважно пшеничне борошно і в невеликій кількості соєве борошно.

Дослідження, проведені у науково-дослідному інституті кондитерської промисловості (ВКНП), показали, що сортність і колір борошна, кількість і якість клейковини, а також крупність помелу борошна впливають на якість виробів. Зі зниженням сортності борошна відбувається потемніння кольору печива в зламі. Особливо помітна зміна кольору печива спостерігається при використанні борошна II сорту і тому ця мука не може бути рекомендована для виробництва печива. Бажано виробляти вироби з борошна вищого і I сортів, одержуваних з зерна червоної пшениці.

До клейковини борошна приділяють певні вимоги, особливо до її якості. Гарне цукрове печиво виходить при використанні борошна зі слабкою клейковиною. Помітне погіршення якості печива спостерігається при використанні борошна з сильною клейковиною. Затяжний печиво виробляють з борошна зі слабкою клейковиною і уникати застосування борошна з сильною і середньою клейковиною, так як в цьому випадку печиво виходить деформованим з нерівною поверхнею і нерідко з бульбашками. Особливо помітне погіршення якості затяжного печива спостерігається при застосуванні борошна з сильною клейковиною. Кількість клейковини борошна не робить помітного впливу на якість затяжного і цукрового печива. Однак зі збільшенням кількості клейковини зростає вміст води тіста, чому подовжується процес випічки, слід обмежитися середнім вмістом сирої клейковини (27 – 30%). При виробництві вафель клейковина борошна впливає на консистенцію тіста і якість вафельних листів. Тісто, приготовлене з борошна з великою кількістю клейковини, має більш в'язку консистенцію. Найбільш задовільна консистенція тіста виходить з борошна зі слабкою клейковиною, тоді як тісто, приготоване з борошна з більш сильною клейковиною, набуває настільки густу консистенцію, що погіршується якість вафельних листів і затрудняється можливість використання тіста для випічки.

За іншими показниками (запах, смак, наявність хрустоту, вологість, зольність, домішки борошна з інших злаків і з пророслого зерна, а також зараженість шкідниками) пшеничне борошно, що використовується для

борошняних кондитерських виробів, повинна задовольняти діючим стандартом на відповідний сорт борошна. Умови зберігання борошна повинні бути спрямовані на те, щоб підтримувати вологість її на рівні, що не перевищує 14,5%. Це досягається насамперед режимом зберігання, а саме тим, що в борошняному складі підтримується відносна вологість повітря 60–65% і температура в межах 15–20°C.

Під час зберігання борошна там протікає процес «дихання», пов'язаний в основному з окисленням моносахаридів борошна киснем повітря і виділенням вуглекислого газу, води і тепла, борошно стає затхлим і злежується в грудки. Крім того, якщо борошно з підвищеною вологістю і температурою зберігається в темному і погано вентиляваному складі, там створюються сприятливі умови для розвитку цвілі і зараження шкідниками: борошняним кліщем, борошняним хрущаком і довгоносіком. Борошно зазвичай зберігають в затареному вигляді в мішках з лляних, джутових, конопляних і бавовняних тканин.

Цукор. Дуже важливим видом сировини для борошняних кондитерських виробів є цукор, який надає виробам солодкий смак. Крім того, цукор має ще і технологічне призначення, завдяки його дегідратуючим властивостям, є можливість змінювати вміст води в тісті в широких межах і одержувати таким чином напівфабрикат з різними фізичними властивостями. Технологічні вимоги, що пред'являються до цукру, збігаються зі стандартними (відсутність домішок, невисокий відсоток вологості та ін.). Величина кристалів цукру, що використовується при замішуванні тіста, впливає на якість виробів. В умовах порівняно короткого часу приготування емульсії величина кристалів набуває особливого значення, так як дрібнокристалічну сировину швидше розчинити.

Жири. Жири займають одне з основних місць в номенклатурі сировини борошняних кондитерських виробів, вони підвищують їх харчову цінність. Хороша крихкість печива, золотисто-жовтий колір в зламі і специфічний здобний смак в значній мірі обумовлені присутністю в виробі жиру. Ці якості проявляються в залежності від якості і кількості жиру і способу введення його

в тісто. У харчовій промисловості широкого поширення набули лярд (свиняче сало), маргарин, комбіжири і гідрогенізовані жири.

Маргарин отримують шляхом гідрогенізації (насичення ненасичених жирних кислот воднем) суміші рослинних і тваринних жирів з молоком або водою, з наступним охолодженням емульсії і механічною обробкою.

Комбіжири представляють собою суміш олії рослинної рафінованої, тваринних жирів і гідрогенізованих жирів.

Жири для борошняних кондитерських виробів повинні бути пластичними в цьому випадку вони утворюють в тісті найтонші плівки, обволікаючи та змащуючи частинки борошна, тоді як рідкі жири розподіляються в тісті у вигляді дрібних крапель. Плівки краще утримують повітря всередині тіста і сприяють отриманню більш розпушеної структури виробів. Крім того, олії погано утримуються виробами і виділяються з них в процесі зберігання.

Кондитерські вироби позбавлені харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин. Тому, застосування суміші харчових волокон з метою розширення асортименту продуктів підвищеної біологічної цінності, здатних наситити продукт корисними та необхідними речовинами, які позитивно впливатимуть на організм, є своєчасним і актуальним. Ці продукти можуть відрізнитися вмістом білків, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, зменшеним вмістом холестерину, мінеральних речовин тощо. У своїх працях, Е. Н. Крилова, А. А. Кочеткова та А. В. Козлова пропонують розширювати асортимент кондитерських виробів профілактичного призначення завдяки введенню продуктів переробки фруктів та овочів. Наприклад в даних наукових роботах в якості поліпшувача тіста для виробництва печива здобного запропоновано шрот з насіння гарбуза та суміш харчових волокон з насіння гарбуза, амаранту та зародків пшениці, адже саме ці рослинні добавки не порушують технологічний процес виготовлення печива та не впливають на основні споживчі властивості готового виробу, окрім того, ці добавки дозволяють збагатити готовий виріб вітамінами, мінеральними елементами та харчовими волокнами, які необхідні для організму людини.

Шрот з насіння гарбуза – це дієтичний продукт, який легко засвоюється за рахунок високого вмісту (до 50%) повноцінного білка, а також має високий вміст цинку й селену. Рекомендують використовувати для профілактики захворювань печінки й жовчовивідних шляхів. Він якісно виконує антиканцерогенну, детоксикаційну функцію, зв'язує жовчні кислоти, знижує рівень глюкози й холестерину в крові, нормалізує травлення. Особливо роль у цьому шроті відіграє високий рівень цинку, який підвищує функції для оздоровлення печінки, підшлункової залози, корисний при діабеті.

Харчові волокна з амаранту та зародків пшениці – це високо енергетичний, калорійний, живильний продукт, що володіє загальнозміцнюючими, адаптогенними властивостями і має широкий спектр терапевтичної дії, який обумовлений наявними у складі біологічно активними речовинами. Підвищений вміст білків (протеїнів), біфлаваноїдів, антиоксидантів робить необхідним приймання клітковини ослабленим захворюваннями людям, та тим що довгостроково хворіють захворюваннями імунодефіцитного характеру, особам геронтологічного профілю. Виражена протизапальна, трофічна, репаративна дія клітковини. Активно стимулює кишкову перистальтику. Дані харчові волокна багаті фітиновою кислотою, яка є потужним антиоксидантом, активує Т-клітинний імунітет, виявляючи протипухлинний захист. Клітковина перешкоджає розвитку дисбактеріозу, відновлює концентрацію лактобацил, біфідобактерій. Завдяки особливому хімічному складу амаранту, дані харчові волокна поліпшують трофіку й регенерацію тканин.

Підвищити споживні властивості кондитерських виробів можна за рахунок зародків пшениці. Білки пшеничних зародкових пластівців представлені солерозчинними фракціями, що є ознакою їх доброї засвоюваності. На їх частку всередньому припадає 65%. Вони містять 18 амінокислот, у тому числі всі незамінні. Пшеничні зародки особливо цінні мінеральними речовинами, які представлені 21 макро- і мікроелементами. Ряд

вчених рекомендують пшеничні зародкові пластівці як збагачувач для вафельних напівфабрикатів.

Висівки пшеничні збагачують вироби дієтичною клітковиною й низкою інших біологічно активних речовин. У їх складі міститься багато кальцію, фосфору, заліза, а з вітамінів переважають нікотинамід, тіамін і рибофлавін.

Найбільш дешевою харчовою білковою сировиною з високою біологічною цінністю і функціональними особливостями є білки насіння олійних культур. Розглянута можливість використання жмиха насіння ріпаку для збагачення борошняних кондитерських виробів. Доведено, що внесення його в кількості 8% надає тісту пластичну консистенцію, а також дозволяє збагатити вироби білками й харчовими волокнами, що підвищує не тільки біологічну, а й харчову цінність.

Цінна сировина кондитерських виробів – **топінамбур**. Для начинок вафель, крім порошку топінамбура, використовують напівфабрикат, який готують уварюванням соку з топінамбура. Він містить до 20 % фруктози (в перерахунку на суху речовину) і використовується для заміни згущеного молока.

Науковцями розроблена технологія борошніних кондитерських виробів з додаванням шроту розторопші плямистої. Встановлено, що внесення у кількості 10 – 30% до рецептурного складу дозволяє збільшити у виробах з пісочного тіста кількість макро- та мікронутрієнтів (кальцій, магній, мідь, селен). Колективом науковців досліджено вплив шротів олійних культур (кунжут, волоський горіх, льон) на технологічні характеристики пісочного тіста. Авторами пропонується використовувати композиції шротів у співвідношенні 1,5:2:1,5. Відповідно до досліджень вироби з пісочного тіста характеризуються збільшенням вмістом нутрієнтів, зокрема, білків і клітковини. Композиційні суміші шротів вносили у кількості 10%, 20%, 30%. Як результат, у дослідних зразках відмічалися зменшення таких показників як: пластичність, еластичність, пружність, деформація. Пояснювалося це зменшенням клітковини, як наслідок, вироби були більш крихкими. Авторами

встановлено, що оптимальною є 20% шротової композиції для виробництва пісочних виробів. Однак шроти з олійних культур окрім переваг має і недоліки до яких можна віднести можливість алергічних реакцій у споживачів.

Для підвищення біологічної цінності виробів, а саме печива та мармеладу проведено дослідження з використанням **обліпихи** у вигляді пюре. У ягодах обліпихи міститься велика кількість органічних кислот і близько 100 біологічно активних компонентів: вітаміни – РР, Н, Е, С, В6 , В9 , В2 , В5 , В1, бета-каротин і каротиноїди; мікро- і макроелементи – калій, кальцій, натрій, магній, фосфор, залізо; ненасичені жирні кислоти – олеїнова (омега-9), пальмітоолеїнова (омега-7), пальмітинова, лінолева (омега-6), ліноленова (омега-3); стерини; ди- і моносахариди; зола; органічні кислоти – фолієва, хінна, яблучна, винна, лимонна, олеанолова, урсолова; амінокислоти – серотонін; харчові волокна; клітковина; рутин; фенольні сполуки; дубильні речовини; пектини; фітонциди; ефірні олії. Ягоди на 83,5 % складаються з води. Лабораторні дослідження показали, що у 100 г обліпихи міститься 97 % від добової дози всіх необхідних людині корисних речовин.

2.3. Характеристика борошняних і кондитерських виробів із використанням біологічно-активних добавок (БАД)

Борошняні кондитерські вироби традиційно користуються значним попитом і систематично вживаються населенням України. Проте вони мають підвищену калорійність і незбалансований хімічний склад, містять значну кількість легкозасвоюваних вуглеводів, які представлені крохмалем і цукрозою, та практично не мають корисних для здоров'я людини речовин. У цьому зв'язку важливим є вирішення питання збагачення їх фізіологічно функціональними харчовими інгредієнтами, що сприятиме зниженню ризику

розвитку найпоширеніших «хвороб цивілізації» (серцево-судинних, онкологічних, діабету, ожиріння тощо).

Харчова цінність борошняних кондитерських виробів функціонального або дієтичного харчування зумовлена особливостями їх складу. Направлена зміна харчової цінності борошняних виробів досягається включенням до їх рецептури корисних (бажаних) або вилученням небажаних (некорисних) компонентів. Під час створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціональних інгредієнтів (харчових волокон, білків, вітамінів антиоксидантів та ін.) і зниженню енергетичної цінності.

Підвищити вміст білка, мінеральних речовин та вітамінів у виробках можна за рахунок зародків пшениці. Розроблена технологія виробництва здобного печива, пряників, вафель з обсмаженими зародковими пластівцями.

З метою покращення харчової цінності борошняних виробів (печиво, кекси, пряники) використовують паростки насіння злакових культур (ячменю, вівса, пшениці), борошно ячмінного солоду, солодові екстракти.

Перспективним джерелом БАД вважають **насіння нуту**. Для борошняних кондитерських виробів можна використовувати нутове молоко і борошно, а також ізолят, завдяки яким збільшується частка білка до 14,5% і знижується кількість вуглеводів на 13,3%. У нових збагачених нутовою добавкою кондитерських виробках коефіцієнт засвоювання білків вищий на 5,5 % у порівнянні з контрольними зразками. Нутова сировина багата ненасиченими жирними кислотами, що дозволяє збалансувати жирнокислотний склад розробленої продукції. Споживання продуктів, з підвищеною часткою ненасичених жирних кислот, у комплексі з іншими есенціальними факторами, дає можливість попереджувати захворювання підшлункової залози, печінки, ожиріння, хронічні коліти.

У створенні продуктів для діабетиків пропонують використовувати як біологічно активну добавку **екстракти стулок, насіння і трави нуту**.

Відомий склад для виготовлення печива, одним із компонентів якого є борошно із **сочевиці, яблунево-патоковий (морквяно-патоковий)** порошкоподібний напівфабрикат.

Внаслідок розширення асортименту повноцінних продуктів високої якості на основі рослинної сировини стало можливим збільшити виробництво продукції, збагаченої дефіцитними нутрієнтами і зекономити дорогу сировину.

Крім білків бобових, використовують білкові продукти **соняшникового шроту**, які служать джерелом білка, вітамінів, мінеральних речовин. Білок соняшника за своїм складом повноцінний, але має специфічний запах, що знижує смакову якість виробів (крекерів, вафель, пряників).

У літературі наведені дані застосування **борошна, крупки та білкового ізоляту з насіння соняшнику**, а також білкового концентрату з **гірчиці** у виробництві печива «Вівсяне».

Частина борошна та цукру у рецептурі пісочного тіста пропонують замінити **кедровим шротом**.

Кунжутне борошно різного ступеню знежирення можна включати у рецептури печива та крекера, що дозволяє розширити асортимент, підвищити біологічну та знизити енергетичну цінність виробів. Запропоновано використання порошкоподібного **плавленого сиру** у виробництві крекера, завдяки чому можна збалансувати амінокислотний склад і підвищити біологічну цінність виробів. У крекері із заміною 10% борошна порошкоподібним плавленим сиром амінокислотна складова лізину підвищився із 47 до 75%, треоніну з 70 до 80, триптофану з 105 до 160%.

Завдяки цьому коефіцієнт відмінності амінокислотного скору контрольного й дослідного зразків скоротився з 48,2 до 34,5%.

Досліджена можливість оптимізації складу тіста для кексів, в якому частина пшеничного борошна замінена **інуліном** або борошном **із коренів полімнії** (*Polymnia sonchifolia* Poepp & Endl). Встановлено, що достатніми фізичними властивостями володіють кекси, в рецептурі яких 20% пшеничного борошна замінено борошном із полімнії. Добру якість має продукт, в якого 40% пшеничного борошна замінено борошном із полімнії і 8% борошна інуліном. Випечені кекси містять більше фруктооліго-цукридів і інуліну.

Розроблена технологія виробництва вафель з гарантованим вмістом мікронутрієнтів з використанням вітамінно-мінеральних префіксів «Вафлі з вітамінами і мінеральними речовинами». Вітамінно-мінеральні премікси не погіршують споживні властивості продукту, зовнішній вигляд, колір і смак, не впливають на гігієнічні показники готових виробів.

Завдяки наявності інтенсивних розпушувачів тіста – спеціальних пресованих дріжджів і використання збільшених доз пекарських порошків можна використовувати вівсяне борошно у виготовленні борошняних кондитерських виробів. Наприклад, у рецептурі вівсяних пряників міститься близько 1/5 продуктів переробки вівса. Фінськими дослідниками розроблений рідкий вівсяний екстракт, який вважають 100% натуральним продуктом, що містить комплекс біологічно активних речовин, утворених під час проростання зерен злаків. Рідкий вівсяний екстракт надає кондитерським виробам солодкувато-карамельний смак і характерний «теплий запах». Використання продуктів переробки вівса відповідає сучасним тенденціям переходу до здорового функціонального харчування.

Перспективним напрямком є використання готових до застосування композитних багатокомпонентних сумішей, які містять у своєму

складі, крім хлібопекарського борошна та різної нетрадиційної сировини, вітаміни і мінеральні речовини (премікси), функціональні добавки. До цих сумішей може входити, наприклад, цільнозмолоте житнє зерно, мелене насіння гарбуза та льону, вівсяні пластівці, пшеничні зародки або цільнозмолоте зерно жита і пшениці, ядро соняшника, пшеничних зародків, зерна сорго для печива та крекерів.

Перспективними вважаються зернові композиційні системи для борошняних кондитерських виробів. Досліджена можливість використання просяного, рисового, житнього борошна у виробництві кексів, пряників та вафель.

Цінною збагачувальною добавкою до борошняних виробів є вівсяні продукти (вівсяне борошно, вівсяні пластівці, вівсяна крупа). Пропонують використовувати як окремі вівсяні продукти, так і їх суміші

Перспективними добавками для бісквітних напівфабрикатів та інших кондитерських виробів вважають порошки із дикорослих плодів. Розрізняють кілька способів отримання порошоків. Поширеним є відділення соку з наступною його концентрацією і отриманням сиропів, зневоднення і сушіння м'якоті з насінням (кісточками), використовують також технологію сушки безпосередньо плодів або ягід з наступним отриманням фруктово-ягідних порошоків з вологістю 5–7%, придатних для тривалого зберігання і використання в кондитерському виробництві. Пектин, як цінна складова частина сировини, в процесі сушки плодів радіаційно-конвективним способом зменшується всього на 7–4%. Цінність порошоків характеризують також фізіологічно-функціональні інгредієнти, вітаміни С і Е, відомі як потужні антиоксиданти і антигіпоксанти. Досить значна концентрація аскорбінової кислоти виявлена в **ягодах ожини**, а каротиноїдів – у плодах глоду. Ягоди ожини містять на 1,6 рази більше β -каротину ніж γ -каротину. Максимальна кількість аскорбінової кислоти і каротиноїдів виявлено у порошках із м'якоті зі шкірочкою, а токоферолів – із насіння і кісточок.

Додавання порошоків у рецептуру бісквітів сприяє отриманню виробів з гармонійними органолептичними властивостями і збільшеними термінами зберігання за оптимальних дозувань порошоків із плодів м'якоти зі шкірочкою і насінням глоду – 3%, 5% і 3% відповідно; із ягід і насіння ожини – 5% від маси сухих речовин в рецептурі.

Запропоновано використовувати обліпиховий шрот в якості білково-вітамінної добавки у виробництві халви, бісквітних і пісочних напівфабрикатів, пряників і хлібобулочних та макаронних виробів. Використання шроту сприяє збагаченню розроблених виробів харчовими волокнами в 2,5–3 рази, мінеральними речовинами в 1,3–2,3 рази, вітамінами в 1,3–2,6 рази. Енергетична цінність виробів знижується, а харчова – підвищується.

Для бісквітів лікувально-профілактичного призначення виробляють сухий білковий напівфабрикат із кісток великої рогатої худоби, у якому до 15% незамінних амінокислот. Завдяки піноутворюючій здатності можна зекономити 18–22% сухої речовини меланжу.

Джерелом БАД запропоновано суху подрібнену суміш зародків зернових культур і плодів шипшини, горобини чорноплідної, обліпихи або чорної смородини (1:1).

Застосування такої добавки забезпечує випуск біодоступних та легкозасвоюваних борошняних продуктів, збалансованих за складом вітамінів та мікроелементів для захисту організму людини від токсичних вільних радикалів.

Одним із перспективних напрямків поліпшення складу борошняних кондитерських виробів є застосування комплексних порошкоподібних напівфабрикатів на основі овочів та фруктів. Порошки із чорної смородини, чорноплідної горобини і шипшини містять значну кількість біологічних речовин.

Свіжі фрукти і ягоди є основним джерелом біологічно активних речовин, особливо вітамінів, макро- і мікроелементів та інших речовин, необхідних для нормальної діяльності організму. Завдяки цим речовинам поліпшується травлення, серцевосудинна діяльність, нервово-емоційний стан людини.

Цінність фруктово-овочевих порошків зумовлена органолептичними властивостями, здатністю швидко відновлюватись до вихідної вологості, фізичних і органолептичних показників, стійкістю під час довготривалого зберігання, наявністю біологічно активних і харчових речовин.

Вміст біологічно активних речовин у порошках із висушених фруктів та ягід

Назва зразка	Вміст			
	Загального пектину, %		Катехінів, мг/100 г	
	Хср.	$\pm\Delta x_j$	Хср.	$\pm\Delta x_j$
Горобина чорноплідна	2,5	0,2	31,5	1,3
Смородина червона	6,9	0,4	Сліди	–
Шипшина	3,8	0,2	65,4	2,8

Ці порошки містять значну кількість макро- і мікроелементів.

Вміст мінеральних речовин у порошках із висушених фруктів і ягід

Показники	Одиниці виміру	Вміст у порошках, на абсолютно суху речовину		
		чорної смородини	шипшини	чорноплідної горобини
Азот	%	0,92	1,20	0,55
Фосфор	%	0,27	0,34	0,15
Калій	%	1,24	1,57	1,01
Кальцій	%	0,21	0,34	0,20
Магній	%	0,20	0,85	Сліди
Мідь	мг/кг	6,75	17,38	3,38
Цинк	мг/кг	15,2	12,95	17,96
Залізо	мг/кг	77,8	4,8	8,5
Марганець	мг/кг	28,3	65,4	23,8

Найбільше мінеральних речовин міститься у порошку із плодів шипшини, особливо фосфору, калію, міді й марганцю. Порошок із ягід чорної смородини відрізняється високим вмістом заліза.

Полікомпонентні БАД містять порошки трав (м'яти, естрагону, меліси), подрібнене насіння кропу, кмину, подрібнені корені цикорію, кульбаби і жоржини, бульби топінамбуру. Всі ці рослинні порошки застосовують як поліпшувачі харчових продуктів. Хімічний склад цих рослин наведено в табл.

Досліджені як багатокомпонентні БАД рослинних порошоків містять ефірні олії, флавоноїди, жирні кислоти та інші сполуки, що зумовлюють антисептичний та бактерицидний ефекти. Ефірна олія м'яти складається з ментолу й естерів ізовалеранової та етанової кислот. У складі екстракту також каротин, бетаїн, флавоноїди, гесперидин, дубильні та інші речовини. Гісоп, крім ефірної олії, містить глюкозиди (діосмін та гісопін), олеолову та урсолову кислоти, дубильні речовини.

Хімічний склад полікомпонентних рослинних БАД (масова частка, %)

Зразки	Основні компоненти				
	екстрактивні речовини	загальна кількість вуглеводів	білкові речовини	лігніноподібні речовини	зола
М'ята польова	19,1	42,2	10,1	17,9	7,4
Гісоп лікарський	18,4	44,2	10,3	17,1	7,6
Меліса лікарська	19,8	41,8	9,8	18,4	7,2
Насіння кропу пахучого	20,5	29,4	20,1	18,9	8,7
Насіння кмину звичайного	21,3	28,7	19,6	19,7	8,5

Насіння коріандру посівного	20,7	27,3	21,5	18,4	8,2
Цикорій звичайний	17,8	40,3	12,7	19,6	7,3
Топінамбур	16,2	44,5	12,4	17,5	6,8
Кульбаба лікарська	18,6	38,7	12,9	18,8	8,4
Жоржина	17,2	40,2	13,1	19,1	6,9

У складі ефірної олії меліси виявлені цитраль, цитронелаль, мирцен, геранол. Порошок меліси включає аскорбінову, кофеїнову, олеанову, урсолову кислоти, дубильні речовини. В ефірній олії кропу наявні карвон, фелландрен, диаллопіол, терпінен та інші компоненти. Крім того, насіння кропу містить вітаміни групи В (В1, В2), аскорбінову, ніотинову, фолієву кислоти, флавоноїди – рутин, кверцетин, кемпферол. У плодах кмину виявлені: ефірна олія, стероїди, фенолкарбонові кислоти, кумарини, флавоноїди, жирні кислоти, дубильні речовини, воски, смолисті та мінеральні речовини.

Порошки з цикорію, топінамбуру, кульбаби та жоржини багаті фруктанами. Корені та бульби містять аскорбінову кислоту, вітамін В1, Е, холін, білки, жири, пектинові, дубильні речовини, значну кількість макрота мікроелементів. Ці порошки мають антитоксичний ефект, поліпшують функціонування внутрішніх органів за рахунок тонізуючого впливу, активізують ферментативні процеси.

Одним із пріоритетних сучасних напрямків у кондитерській галузі є застосування природних харчових добавок рослинного походження, які дозволяють збагатити продукцію біологічно активними добавками для профілактики можливих різноманітних функціональних порушень в організмі людини й пов'язаних із ними захворювань, а також сприяють сповільненню окислювальних перетворень. Теоретичні та практичні аспекти

виявлення антиокислювальної дії рослинних добавок відображено в працях багатьох учених.

Доведен, що внесення добавок антиоксидантів (вітамінів А, Е, каротиноїдів та їх комплексів) у спреди гальмує процес прискореного окиснення за кімнатної температури, інфрачервоного й ультрафіолетового опромінювання різного ступеня.

До групи природних антиоксидантів належать фосфоліпіди, антиоксидантна активність яких пов'язана із синергетичними властивостями, металозв'язувальною активністю та здатністю руйнувати гідропероксиди шляхом зв'язування кисню. Додавання фосфоліпідів захищає продукти від окислення й одночасно підвищує харчову цінність. Останнім часом усе більшим є використання для стабілізації натуральних рослинних екстрактів, які мають антирадикальну активність і високу фізіологічну безпеку. Деякі природні антиоксиданти, виділені із зеленого чаю (катехіни, епікатехіни) за своєю антиоксидативною активністю еквівалентні або перевищують активність синтетичних антиоксидантів. Антиокислювальна активність двох компонентів розмарину (карнізової кислоти й карнозолу) особливо ефективна для стабілізації рапсової олії. Високу антиокислювальну активність має масло з каноли, екстраговане 80%-ним метиловим спиртом, порівняно зі 100%-ним. Неочищений концентрований екстракт використовували для стабілізації масла каноли у процесі прискореного старіння протягом 6 місяців. Масло каноли характеризували за здатністю інгібувати процес утворення перекисних сполук у системі з лінолевою кислотою, загальним умістом фенольних сполук і швидкістю знебарвлення β -каротину в системі з лінолевою кислотою. Встановлено, що потенційним джерелом природних антиоксидантів для стабілізації масла каноли можна вважати екстракт із пшеничних висівків.

Представлені результати науковців демонструють збільшення стійкості рослинних олій-БАД (олія кедрового горіха, лляна олія) та їх композицій, збагачених концентратом обліпихової олії й живицею кедровою. Однак проблема визначення вмісту та виявлення антирадикального впливу біологічно активних добавок, які містяться в природній рослинній сировині, є недостатньо вивченою.

2.4. Нетрадиційні види сировини у виробництві борошняних кондитерських виробів

У сучасному світі людський організм кожного дня стикається з цілою низкою несприятливих факторів – це і забруднене навколишнє середовище, і гіподинамія, і відсутність у більшості продуктів важливих речовин. Все це стає причиною виникнення різноманітних захворювань, або просто погіршення стану організму.

Оцінка якісної складової харчування більшої частини населення свідчить про те, що споживання найбільш цінних біологічно активних продуктів харчування за останні 10–15 років знизилося майже на 50%. За даними медичних обстежень тільки 20% населення можна вважати умовно здоровими; 40% – в результаті харчових дефіцитів знаходиться в стані адаптації; 20% – в граничному стані між хворобою та здоров'ям.

Борошняні кондитерські вироби – це будь-яка приготована їжа, яка готова до вживання без додаткового приготування (крім повторного розігрівання), характерним інгредієнтом якої є мелені злаки, включаючи пісочне тістечко, бісквіти, блинці, мафіни, макаронси, ратафії, тістечка та кондитерські вироби, меренги, напівфабрикати, крім хліба, піци, печива, хрусткого хліба або будь-якої їжі, яка містить начинку.

Підвищення обсягу виробництва та споживання борошняних кондитерських виробів за останні роки свідчить про те, що ця група виробів займає важливе місце в структурі харчування населення України. Рецептурний склад даних виробів піддається регулюванню, що дозволяє на їх основі створювати продукти харчування, які відповідають традиційним вимогам до споживчих властивостей і сучасним вимогам науки про харчування.

Одним із способів регулювання складу і властивостей борошняних кондитерських виробів є використання нетрадиційних видів сировини. Нетрадиційні види сировини поділяють на 4 групи:

- білкові збагачувачі – вторинні молочні продукти (знежирене молоко, сироватка); молочні білкові концентрати (концентрати сироваткових білків); зародки пшениці, продукти переробки сої, соняшника, гороху, жита та ін..;

- харчові волокна – пшеничні висівки, пивна і квасна дробина, метилцелюлоза, пектин, лігнін та ін..;

- комплексні збагачувачі – фруктово-ягідні і овочеві пюре, сухі порошки, цитрусові добавки, морські водорості, морська капуста, чорний альбумін, полісолодові екстракти і ін..;

- харчові добавки – натуральні чи синтетичні речовини.

Борошняні кондитерські вироби з пшеничного борошна мають високий глікемічний індекс (100), його можна зменшити, замінивши частину борошна в рецепті пшеничними інгредієнтами з нижчим глікемічним індексом. Ці інгредієнти включають борошно деяких злаків, зокрема, вівсяне, гречане, ячмінне борошно.

Вівсяне борошно має низький вміст крохмалю. Білок борошна містить усі незамінні амінокислоти (незбалансовані лише лізин і треонін). Також вівсяне борошно містить підвищений вміст мікро- і макроелементів, особливо калію, магнію і заліза. Склад вівса включає бета-глюкан – розчинну харчову клітковину.

Ячмінне борошно багате на високоякісні білки, в ньому багато лізину і триптофану. Порівняно з пшеничним борошном першого сорту містить більше калію (в 1,2 рази), кальцію (майже в 2 рази), магнію (в 1,5 рази). Ячмінь від природи містить багато харчових волокон, особливо β -глюкану та фенольних сполук, які мають потенціал для зниження рівня холестерину і глюкози в крові і допомагає покращити мікробний баланс кишечника.

Гречана крупа є багатим джерелом крохмалю, білка і вітамінів. За вмістом треоніну гречка перевершує пшеницю і жито, за вмістом валіну, лейцину і фенілаланіну його можна прирівняти до молока і яловичини, за вмістом триптофану не поступається продуктам тваринного походження. Користь для здоров'я, яку приписують гречаній крупі, включає зниження рівня холестерину, нейропротекцію, протипухлинну, протизапальну, протидіабетичну дію та покращення стану гіпертонії.

Цукрознижувальну здатність рослинних продуктів обумовлюють **харчові волокна** (пектин, целюлоза, геміцелюлоза та ін.), які не всмоктуються і перешкоджають всмоктуванню легкозасвоюваних вуглеводів їжі та інших активних речовин в кров.

Є багато прикладів поліпшення окремих видів борошняних кондитерських виробів різною сировиною. Наприклад, в якості поліпшувача тіста для здобного печива запропоновано шрот з насіння гарбуза, амаранту і зародків пшениці, так як вони не порушують технологічний процес виготовлення печива та не впливають на основні споживчі властивості готового виробу, а також дозволяють збагатити готовий виріб вітамінами, мінеральними речовинами та харчовими волокнами, які необхідні організму.

Шрот з насіння гарбуза – це дієтичний продукт, що легко засвоюється за рахунок високого вмісту (до 50%) повноцінного білка, а також має високий вміст цинку і селену. Рекомендують використовувати для профілактики

захворювань печінки і жовчовивідних шляхів, для усунення таких проблем, як запори. Високий рівень цинку, який підвищує функції для оздоровлення печінки, підшлункової залози, корисний при діабеті.

Харчові волокна з амаранту та зародків пшениці – це високоенергетичний, калорійний живильний продукт, що володіє загальнозміцнюючими, адаптогенними властивостями і має широкий спектр терапевтичної дії, що зумовлений наявними у складі біологічно активними речовинами.

Перспективним вважається створення борошняних кондитерських виробів, що містять **амарант та продукти його переробки**. Борошно з волого-термічно обробленого насіння амаранту надає пряникам приємний смак і аромат, печиву затяжному – рівномірну пористість та здатність до намокання. Виражена протизапальна, трофічна, репаративна дія клітковини. Ефективна при загоєнні ерозивно-виразкових ран слизуватих оболонок шкіри, при захворюваннях печінки, шлунку й дванадцятипалої кишки, товстого кишечника. За результатами математичного моделювання оптимальною є концентрація суміші 10 г суміші харчових волокон і 2 г шроту з насіння гарбуза, саме таку кількість суміші харчових волокон можна вводити до печива, без зміни основних фізико-хімічних показників.

З іншого боку, всю різноманітність добавок, що використовуються у технологіях борошняних виробів, за хімічним походженням і функціональними властивостями можна умовно поділити наступним чином:

- білковмісна сировина тваринного та рослинного походження;
- вуглеводовмісна сировина;
- поверхнево-активні речовини (ПАР) та суміші на їх основі.

При дослідженні літературних джерел встановлено, що найбільш широко в кондитерських výroбах використовуються **горіхи** – фундук, грецькі, арахіс,

кеш'ю та ін. Горіхи можна вважати джерелом білків, поліненасичених жирних кислот, вітамінів А, Е, В1, В2, мінеральних речовин.

Широкого використання в сучасному кондитерському виробництві набуло **насіння кунжуту**. Випікають печиво з додаванням 3,4–3,5% (від загальної маси тіста) добавки, що містять томатну пасту та 1% смаженого кунжуту.

Досліджено можливість використання у технології крекера дієтичних **пшеничних висівок**. Використання до 15% цієї добавки дозволяє збільшити в виробах вміст білка на 11%, харчових волокон – більше ніж в 10 разів, вітамінів групи В – в 2–3 рази. Пшеничні висівки (у кількості 12%) рекомендовано застосовувати також для збільшення харчової цінності заварних пряників. Такі вироби мають добре розвинену пористість.

Для підвищення харчової цінності пряників запропоновано використання **зародків пшениці**. Вони мають високий вміст (29–30%) повноцінного білку, 10–12% жиру, який складається переважно з поліненасичених жирних кислот. Зародки пшениці багаті на жиророзчинні вітаміни, особливо токофероли, і водорозчинні вітаміни групи В і РР.

У якості нових і нетрадиційних інгредієнтів у кондитерському виробництві рекомендовано використовувати борошно з зародків пшениці для заміни частини пшеничного борошна; жито мелене і смажене для заміни какаопорошку. Це призвело для збагачення виробів вітамінами групи В, Е.

Спеціалістами Одеської національної академії харчових технологій вироблено технологію пряників сирцевих із додаванням борошна із **ячмінного солоду**. Завдяки цій добавці вироби мали покращену харчову цінність і подовжений термін зберігання. В Українському державному університеті харчових технологій розроблений новий вид нетрадиційної сировини – **борошно солоду гороху**, яке має добре збалансований склад незамінних амінокислот. Дорохович В.В. запропонувала технологію приготування бісквіту

з додаванням **морквяного соку**. Морква та продукти її переробки (соки, пюре) мають цінний вітамінний та мінеральний склад. Особливістю вітамінного складу моркви є велика кількість β -каротину.

Вченими Харківського державного університету харчування та торгівлі запропоновано збагачення борошняних кондитерських виробів **шротом зародків пшениці та буряковими волокнами**. Встановлено, що вони мають високий вміст поживних та біологічно-активних і мінеральних речовин, а шрот зародків пшениці також містить білки, каротиноїди і вітамін Е.

Шрот, який залишився у процесі виробництва олії з **обліпихи**, багатий на цілий комплекс біологічно активних речовин. Наприклад, вміст у шроті вітаміну Р – рутину – 1050 мг, що перевищує добову норму у 20 разів. Шрот з обліпихи має антиокислювальні властивості і впливає на фізичні показники клейковини борошна, зв'язує солі важких металів (особливо іонів свинцю). Борошняні кондитерські вироби з шротом мають хороші структурно механічні властивості і органолептичні показники, збагачені харчовими волокнами, мінеральними речовинами, вітамінами. При цьому їх калорійність знижується на 10–12% . Це дозволяє рекомендувати борошно кондитерських виробів із шротом обліпихи для розширення асортименту лікувально-профілактичного і дієтичного харчування.

В якості рослинної добавки у технологіях печива можливе використання **моркви і плодів горобини** садової, як постачальників β -каротину, вітаміну С, вуглеводів, що не засвоюються (пектинові речовини, клітковина), мінеральних речовин. Добавки являють собою шматочки сушеної моркви, порошки морквяний та горобиний (вологість усіх зразків не більше 8%).

В технології пісочного тіста можливе використання БАД, отриманих з яблук, апельсинів, абрикосів, буряка, моркви та інших продуктів рослинного

походження **методом криогенного заморожування та подрібнення** на шаровому млині.

Дослідження хімічного складу таких кріопорошків показали високий вміст в останніх біологічно активних речовин. Внесення добавок відбувається із заміною частини цукру. Добавки вводяться у кількості 10–20% до маси борошна. При цьому збільшується вміст вітамінів (С, β-каротину, фенольних сполук з Р-вітамінною активністю), баластних речовин (клітковини та пектину), у 2–2,5 рази підвищується вміст калію, магнію та заліза.

Розроблені рецептури і технології борошняних кондитерських виробів з використанням у якості біологічно активних речовин кріопорошків з **виноградних вичавок**, які багаті поліфенолами, харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами і т.д. У порошку із вичавок винограду сорту Каберне, отриманого за криогенною технологією, міститься значна кількість заліза, калію, магнію, кальцію, міді, фосфору, бора, що дозволяє віднести його до висококонцентрованих джерел необхідних людині макро- та мікро-елементів використовували як біологічно активну сировину для дитячого і лікувально-профілактичного харчування, особливо у екологічно несприятливих районах.

Посадження концентрації, температури дозування розчину із цукрозамінників, а також введення пшеничного борошна разом з іншими видами борошна (ячмінне, гречане або вівсяне), з пластівцями зародків пшениці і з іншими інгредієнтами дозволяє покращити структурні та механічні властивості виробу, органолептичні показники, наближають склад до формули збалансованого харчування.

Використання **пшеничних пластівців зародків**, борошна з круп (вівсяна, ячмінна і гречана), лляна олія, стевіозиду і пектину дозволяє

знизити енергетичну цінність печива для діабетиків за рахунок зменшення кількості пшеничного борошна, низькокалорійного маргарину, меланжу і в той же час значно підвищують біологічну цінність харчового продукту.

Додаткова кількість води в тісті, пов'язаної волокнами та пектиновими речовинами, перешкоджають висиханню печиву. У той же час активність води зменшується, текстура продукту зміцнюється, збільшується вихід готової продукції, термін придатності печива, мікробіологічне псування сповільнюється та покращуються органолептичні показники.

Випробування підвищеного рівня харчових волокон в композитах пшеничного борошна підтвердило різноманітний вплив різних рослинних матеріалів на властивості тіста та якість хліба. За рівнем підвищення якості **каштанове, жолудеве та ячмінне борошно** як природної безглютенкової сировини, обмежували оброблюваність тіста і погіршували споживчі властивості хлібу.

Як компроміс між вмістом клітковини і кінцевими властивостями хлібобулочних виробів, дещо вищий потенціал випікання мали композити з пшеничного борошна з 10% каштанового борошна і з пшеничного ячменю з 5% каштанового або жолудевого борошна.

Каштани, плоди дерева під назвою *Castanea sativa* Mill., традиційно обробляються гідротермальним процесом для їх перетворення у форму борошна. У порівнянні з пшеничним, каштанове борошно містить багаторазово вищий вміст простих цукрів і харчових волокон (близько 2% проти 16% і 2% проти 26% відповідно), але приблизно наполовину вміст білка (6% проти 1015%). У обмежених кількостях каштанове борошно окремо або в поєднанні з рисовим борошном може покращити об'єм печива або хліба без глютену.

Жолуді – це плоди кількох видів дуба, особливо діброви *Quercus rotundifolia* або *Q. ilex*. Для отримання жолудячого борошна фрукти традиційно

піддають сушці або обсмажуванню, очищенню і подрібненню. Подальшим кроком може бути знежирення борошна, тобто екстракція таніну.

Харчові характеристики безглютенowego борошна мають вигляд: вміст білка наполовину (4 – 5%), вміст жиру в десять разів вищий (10–14%) і приблизно в сім разів вищий рівень харчових волокон (13–17%) на відміну від пшеничного борошна. Склеювальні властивості жолудевого крохмалю відрізняються від каштанового – на кривих віскографа не було виявлено піку та спаду при нагріванні суспензії та постійній температурі відповідно.

Запропоновано також використання порошків з тропічної сировини (**бананів** та **ананасів**) в технологіях бісквітного, кексового та пісочного напівфабрикатів. Встановлено, що якість готових виробів підвищується не тільки за харчовою цінністю (зростає вміст харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин), а й за фізико-хімічними показниками, покращується структура, смакові властивості, збільшується питомий вихід виробу.

Широкого розповсюдження набули борошняні кондитерські вироби, що містять підвищену кількість харчових волокон. Джерелами цих волокон є продукти рослинного походження, які в достатній кількості містять клітковину, геміцеллозу, пектин та ін. До них відносять **порошок з какаоєли**, комплексні добавки на основі харчових **волокон люцерни** та бульб **топінамбуру**, відходи виробництва **картопляного крохмалю** та ін.

Розроблені композиції, що містять велику кількість харчових волокон – добавка топінамбуру, білково-волокниста композиція на основі вторинних продуктів переробки сої, композиційна добавка на основі харчових волокон пшеничних висівок та денуклеїнізованих хлібопекарських дріжджів, харчових волокон люцерни, композиції на основі харчових волокон люцерни і топінамбуру, макухи виноградного насіння, харчових волокон виноградних вичавок.

Універсальним джерелом нерозчинних харчових волокон вважають **мікрокристалічну целюлозу** – продукт модифікації природної целюлози. Мікрокристалічну целюлозу та її поєднання з пектином використовують у виробництві таких борошняних кондитерських виробів як цукрове, здобне та зтяжне печиво.

Проводяться випробування щодо застосування харчових волокон, білків, пивної і квасної дробини. Крупи та борошно із зернових культур містять клітковину, білкові й мінеральні речовини. Важливою сировиною є екструдовані та зірвані крупи, на основі яких розроблені й впроваджені у виробництво нові сорти вафель.

Перспективним джерелом цінних біологічно активних речовин та дієтичної клітковини можуть бути пшеничні висівки.

Національним університетом харчових технологій розроблено технології приготування пряників із додаванням рослинних порошоків (яблучного, ананасового та бананового). Дослідження показали, що зазначені порошки зміцнюють клейковину борошна, сприяють утворенню складних білково-поліцукридних комплексів, що збільшує вологоутримуючу здатність та уповільнює тим самим процес черствіння. Крім того, запропоновані добавки мають високий вміст корисних нутрієнтів, за рахунок чого підвищується харчова та біологічна цінність пряників з їх використанням.

Рецептура печива на основі **фруктозної порошкоподібної сировини**, яку одержано шляхом висушування гідролізованого сиропу з топінамбуру, розроблено науковцями Львівської комерційної академії. Запропонована добавка з топінамбуру, як і порошок з топінамбуру, є перспективним заміником цукру при виробництві борошняних кондитерських виробів для діабетиків. Згущений екстракт з топінамбуру в рецептурі заварних пряників забезпечує підвищення харчової цінності готового продукту і зниження його калорійності. Розроблено рецептуру діабетичного цукрового печива на основі фруктозного порошкоподібного напівфабрикату, одержаного висушуванням

гідролізованого екстракту порошку з масовою часткою фруктози 77,4%. Пюре з топінамбуру купажують з пюре із яблук, аличі, слив та абрикосів і використовують у рецептурах кексів, вафель та інших борошняних кондитерських виробів.

Покращити також харчову цінність виробів з пісочного тіста можна також за рахунок заміни в технології 10% пшеничного борошна **порошком топінамбіра** у комплексі з **борошном із амаранту багряного**.

Розроблена технологія сирцевих пряників з додаванням сухого **соєвого молока** та **соєвої олії**, які надають виробам лікувально-профілактичних властивостей – у готових виробках зростає вміст білка, вітамінів групи В, фолацина, біотина та холіна, здатних знижувати в організмі людини рівень холестерину, нікотинової кислоти та магнія, що мають судиннорозширюючі властивості.

Під час виготовлення кексів рекомендовано використовувати **соєву пасту** у кількості 45, 85% до маси борошна. Застосування соєвої пасти визнано доцільним також в технологіях бісквітного та пісочного печива.

З метою підвищення біологічної цінності печива, кексів і вафельних листів використовують **соєве борошно**, **соєві концентрати** та **ізоляти**, **соєву сироватку**, збагачену хлористим кальцієм, **соєвий сир (тофу)** та **соєвий збагачувач (окару)**. Окару вносять як емульгатор замість меланжу або частини пшеничного борошна у виробництві печива, пряників і кексів. Отримані вироби відрізняються підвищеним вмістом незамінних амінокислот, клітковини та кальцію.

Досить ефективним є поєднання соєвого концентрату, борошна з **пророслого насіння сої**, **сухої соєвої окари** для зтяжного, крекерного та галетного тіста, а гречаного та **борошна з насіння льону** – до цукрового та пряничного тіста. Внесення сухої соєвої окари надає виробам (зтяжне печиво «Зоологічне» та пряники «Коржики молочні») функціональні властивості.

Крім того, вони набувають горіхового кольору та мають підвищену здатність до намокання за рахунок збільшення пористості виробів.

Для збагачення борошняних кондитерських виробів використовують **горох, квасолю та інші бобові культури**. Розроблено спосіб виробництва тіста для здобного печива з додаванням горохової білкової пасти, горохового, нутового, квасолевого та борошна сочевиці.

Розроблені рецептури і технології виробництва напівфабрикатів для тортів і тістечок підвищеної біологічної і зниженої енергетичної цінності за рахунок додавання **овочевого пюре, зерна гречки, вівса, кукурудзи або розмелених висівок**. Завдяки цьому поліпшені технологічні характеристики тіста, підвищено вміст харчових волокон, поліпшений вітамінний та мінеральний склад готових продуктів.

У разі атеросклерозу, ішемії, захворювань шлунково-кишкового тракту та в дитячому харчуванні рекомендують кондитерські вироби з добавкою пшеничних висівок, **борошна з трави конюшини, соєвої макухи, яблуневих та лимонних порошоків**.

Пропонується застосовувати **морські водорості**, які містять значну кількість вітамінів та мінеральних речовин, особливо йоду з метою підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів.

Дослідниками було розроблено рецептури здобного печива «Лабіринт», що передбачали заміну порції пшеничного борошна борошном із **спельти** в кількості 40% і додавання 4% **екстракту ячмінного солоду**. Аналіз амінокислотного складу зразків показав, що борошно спельти містить 37,5% незамінних амінокислот від загальної кількості, що на 13,6% більше, ніж у пшеничному борошні. Слід підкреслити, що в порівнянні з пшеничним борошном спельта має вищий вміст лізину (найбільш дефіцитної незамінної амінокислоти).

Визначено хлібопекарські характеристики борошна з **спельти та пшенично-спельтової суміші**. Встановлено, що масова частка клейковини

зменшується на 0,15–5,14% зі збільшенням відсоткового вмісту борошна спельти та заміні порції пшеничного борошна борошном із спельти.

Розроблена технологія виробництва вафель з гарантованим вмістом **мікронутрієнтів** з використанням вітамінно-мінеральних преміксів «Вафлі з вітамінами і мінеральними речовинами». **Вітамінно-мінеральні премікси** не погіршують споживні властивості продукту, зовнішній вигляд, колір і смак, не впливають на гігієнічні показники готових виробів.

Завдяки наявності інтенсивних розпушувачів тіста – спеціальних **пресованих дріжджів** і використання збільшених доз пекарських порошків можна використовувати вівсяне борошно у виготовленні борошняних кондитерських виробів. Наприклад, у рецептурі вівсяних пряників міститься близько 1/5 продуктів переробки вівса. Фінськими дослідниками розроблений **рідкий вівсяний екстракт**, який вважають 100% натуральним продуктом, що містить комплекс біологічно активних речовин, утворених під час проростання зерен злаків. Рідкий вівсяний екстракт надає кондитерським виробам солодкувато-карамельний смак і характерний «теплий запах». Використання продуктів переробки вівса відповідає сучасним тенденціям переходу до здорового функціонального харчування.

Перспективним напрямком розробок виробів лікувально-профілактичного призначення – створення цукрового печива на основі борошняних композитних сумішей з використанням порошкоподібних напівфабрикатів із **плодів шипшини, абрикосу, чорноплідної горобини і ягід журавлини**. Борошняно композитні суміші це порошкоподібні борошняні напівфабрикати багатокomпонентного складу, які служать для збагачення виробів вітамінами, мікроелементами, харчовими волокнами.

Для пряників використовують ферментативні гідролізати борошна, яблучний порошок, пюре з яблучних вичавок, а також цитрусовий пектин, буряк, моркву. Запропоновано спосіб приготування бісквіту з морквяним та пюре цукрового буряка. Розроблено рецептури пряників з додаванням

гарбузової та виноградної олії, цукрового печива – з використанням гарбузового пюре, бісквітного напівфабрикату – з **гарбузово-патоковим** порошкоподібним напівфабрикатом. Для бісквітного напівфабрикату рекомендують **кріопорошки зі шкірки винограду та виноградного насіння**.

Концентрати фруктових соків використовують замість цукру у виготовленні печива, а завдяки використанню кукурудзяного та сиропу зі шкірки **грейпфруту** зменшуються витрати цукру на 10–15%.

Для борошняних кондитерських виробів (печива, вафель) використовують порошок з **вичавок гранату, горобини, глоду, калини, черемшини, брусниці, журавлини, кизилу, аличі та барбарису**. Журавлина сприятливо діє на здоров'я людини. Особливо важливий її «антиадгезійний» вплив на визначені бактерії (E.coli) та високий вміст антиоксидантів. Поєднання цих двох позитивних властивостей антиадгезійних і антиоксидантних – надає журавлині особливу цінність. Компанія Ocean Spray розробила ряд харчових добавок на основі журавлини – підсолоджена, висушена журавлина (SDCs), BerryFusions тм Fruits, концентрати, пюре і порошки для кондитерських виробів. Журавлина зберігає синергитичний ефект навіть у поєднанні з іншими інгредієнтами.

З метою збагачення вітамінами до складу борошняних кондитерських виробів додають **чайний порошок** (2% до маси борошна) або **чайний екстракт** з лікувальними травами (1–5%). Розроблено рецептури борошняних кондитерських виробів (галет, крекерів, печива) з використанням **порошку кропиви, борошна з листків обліпихи** та композитної суміші різних трав'яних складів з рослинними жирами.

Для отримання борошняних виробів лікувально-профілактичного призначення пропонують використовувати бульбочки лікарської овочевої рослини **стахису**, зокрема збагачений селеном порошок із сухих бульб стахису. У виробництві печива використовують **листя стевії і сахарол**.

Запропоновані рецептури і технології цукрового й зтяжного печива з **сухим квасним сушлом**, що містить близько 95% вуглеводів, 3% білка, вітаміни.

У рецептури борошняних кондитерських виробів включають ряд природних водорозчинних поліцукридів, які здатні утворювати в'язкі розчини і драгли, а також позитивно впливати на організм. До них відносять **агар-агар**, **агароїд**, **альгінову кислоту**, **каррагінан**, **фурцеларан**, що виділяються з різних водоростей; пектинові речовини, **поліцукриди камеді**, глюкоманан, **галактоманан** та інші **геміцелюлози**.

2.5. Інноваційні види сировини в кондитерському виробництві

У сфері кондитерського виробництва особливої актуальності набувають нові продукти, збагачені поліфункціональними інгредієнтами з нетрадиційної сировини. Впродовж останніх років науковці працюють над обґрунтуванням можливості використання в кондитерських технологіях нових видів сировинних ресурсів. Це обумовлено не лише високим вмістом в них біологічно активних речовин, але й широкою доступністю та дешевизною. Для практичного впровадження інноваційних технологій або рецептур, необхідне глибоке вивчення технологічних властивостей сировини. Це забезпечує вибір найбільш оптимальних способів і режимів їхньої переробки, а також можливість поєднання з іншими інгредієнтами.

Асортимент борошняних кондитерських виробів, які випускаються в Україні, дуже різноманітний – це зтяжне печиво, цукрове і здобне печиво, галети, крекери, пряники, кекси, вафлі, різні види тортів і тістечок. Однак аналіз хімічного складу і харчової цінності зразків борошняних кондитерських виробів свідчить, що жоден з них не відповідає вимогам нутриціології. Незбалансованість складу борошняних кондитерських виробів пов'язана з

високим вмістом одних компонентів (жир, вуглеводи) і відносно низьким вмістом інших (білок, харчові волокна, ненасичені жирні кислоти, вітаміни).

Раціональне використання рослинної сировини і створення на її основі різних форм харчового білка (білкового борошна, концентратів, текстуратів, ізолятів) є перспективним напрямком вирішення проблеми зниження білкового дефіциту.

Пюре з овочів (моркви, столового буряка, гарбуза) містить клітковину, пектинові речовини, моно- та дисахариди, органічні кислоти. Вітамінний склад представлений бета-каротином, вітамінами групи С, В₁, В₂, фолієвою кислотою.



а



б



в

Пюре з овочів: а) морквяне пюре; б) пюре з буряка; в) гарбузове пюре.

Пюре містить велику кількість мінеральних речовин, особливо калію, кальцію, фосфору, магнію. Мікроелементи представлені цинком, алюмінієм, бором, залізом, йодом, фтором, марганцем, молібденом. З метою збільшення кількості пектинових речовин в овочевій сировині було запропоновано новий спосіб приготування овочевих, фруктових та фруктово-овочевих пюре. Особливість їхнього отримання полягає в проведенні процесу гідролітичного розщеплення протопектину рослинної тканини з метою збагачення пюре водорозчинним пектином. Для збагачення харчової цінності печива та мармеладу проведено дослідження з використанням обліпіхи у вигляді пюре.



Пюре обліпихи

У ягодах обліпихи міститься велика кількість органічних кислот і близько 100 біологічно активних компонентів: вітаміни (PP, H, E, C, B₆, B₉, B₂, B₅, B₁, бета-каротин і каротиноїди), мікро- і мікроелементи (калій, кальцій, натрій, магній, фосфор, залізо), ненасичені жирні кислоти (олеїнова (омега-9), пальмітоолеїнова (омега-7), пальмітинова, лінолева (омега-6), ліноленова (омега-3), стерини), ди- і моносахариди, зола, органічні кислоти (фолієва, хінна, яблучна, винна, лимонна, олеанолова, урсолова), амінокислоти (серотонін), харчові волокна, клітковина, рутин, фенольні сполуки, дубильні речовини, пектини, фітонциди, ефірні олії. Ягоди на 83,5% складаються з води. Дослідження показали, що у 100 г обліпихи міститься 97% від добової дози всіх необхідних людині корисних речовин.

Однією з перспективних видів сировини для кондитерського виробництва може виступати насіння льону. Льон є олійною культурою, вміст жирів у ньому складає від 33,5 до 45,6%. Особливо важливим є те, що олія з льону містить значну кількість поліненасичених жирних кислот родин ω -3. У лляному насінні містяться, окрім жирів (на суху масу): білки – 25%, вуглеводи – 22% (представлені цукрами, пентозанами і целюлозою), клітковина – 8%, водорозчинні вітаміни групи B.

Використання насіння чіа в булочних і кондитерських виробках з борошна вищого сорту підвищує харчову цінність готового продукту, за рахунок збагачення їх мінеральними речовинами, вітамінами та харчовими волокнами.

Кондитерські вироби за рахунок використання різноманітних інгредієнтів та добавок рослинного походження набувають оздоровчого призначення. До

таких інгредієнтів можна віднести: рисове, гречане, вівсяне, кукурудзяне, кокосове борошно, пшенична, яблучна клітковина, кунжутна олія, зародки пшениці, житній солод, різні види бурих водоростей тощо.



а



б



в



г



д

Види борошна: а) рисове; б) гречане; в) вівсяне; г) кукурудзяне;
д) кокосове.

Перспективною та інноваційною сировиною у кондитерській галузі є борошно із насіння різних нішевих культур: льону, конопель, кунжуту, амаранту тощо.



а



б



в



г

Борошно із насіння різних нішевих культур: а) лляне; б) конопляне; в)
кунжутне; г) амарантове.

Білки лляного борошна мають високу біологічну цінність. Незважаючи на те, що білок не є повноцінним, скор лізину становить 90 %. Есенціальні поліненасичені жирні кислоти представлені α -ліноленою і лінолевою кислотами, до фенольних кислот, що входять до складу лляного борошна, можна віднести ферулову (46%), транс-сінапову (36%), транс-гумаринову і транс-кофеїнову кислоти (6,5%), вміст яких становить від 7,9 мг/г до 10,3 мг/г.

Вони мають протипухлинну й протизапальну дію. Крім того, до його складу входять: клітковина (до 30%), вітаміни, фолієва кислота, мікроелементи (Са, К, Mg, Р) й велика кількість лігнанів, які містяться в насіннєвій оболонці льону та виявляють антиоксидантні властивості. Кількість клітковини становить приблизно 28% сухої маси лляного борошна. Ляне борошно має високі вологоутримувальні властивості, тобто його можна застосовувати в будь-яких рецептурах борошняних кондитерських виробів.

Конопляне насіння та борошно містять значну кількість білків – 27% та 37%, відповідно. Основу цих білків складає едестин, який відноситься до групи глобулінів. На його частку припадає 65 % від загальної кількості білків. Решта 35% припадає на альбуміни.

Конопляне борошно містить 20 амінокислот, вітаміни Е, С, D і К, вітаміни групи В (В₁, В₂, В₃, В₄ (холін), В₅, В₆, В₈ (інозитол), В₇ (біотин), В₉ і В₁₂), а також каротиноїди (попередники вітаміну А), макро- і мікроелементи (залізо, магній, калій, фосфор, кальцій, марганець, цинк, сірка, хлор та ін.) та не містить глютен. Поліненасичені жирні кислоти омега-6 та омега-3 містяться у конопляному борошні в ідеальному співвідношенні 3:1.

Кунжутне борошно містить (в 100 г): білків – 19,4 г; ліпідів – 22,6 г; кальцію – 14,7 г; фосфору – 7,2 г. Застосування в їжу кунжутного борошна дозволяє частково забезпечити добову потребу організму в деяких корисних нутрієнтах. Встановлено, що споживання 30 г кунжуту забезпечує 40% добової потреби в Са – 103%, в Сu – 53 %, в Mn – 46%, в Mg – 29%, в В₁ – 19%, в Zn та в Р – 18%.

Амінокислотний скор для білка амарантового борошна по валіну дорівнює 112,8%, лейцину – 86,4%, ізолейцину – 110,0%, лізину – 178,2% (для пшеничного борошна такий показник не перевищує 57%), метіоніну+цистину – 115,5%, треоніну – 127,2%, фенілаланіну+тирозину – 146,9%, триптофану – 287,2%. Кількість незамінних амінокислот у білку амарантового борошна становить 17,6 г/100 г білка.

Інноваційною сировиною у кондитерській галузі є використання морських водоростей. Морські водорості належать до унікальних джерел макро- та мікроелементів, білків, вітамінів та інших біологічних речовин. Водорості багаті на мінеральні речовини, як К, Na, Mg, Ca, Si, S, Cl, I, вітаміни А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, С, D, Е, R, РР, поліненасичені жирні кислоти, ферменти, фітогормони, альгінову кислоту, амінокислоти, полісахариди тощо. Також з водорості «ірландський мох» отримують каррагенан, який використовується у кондитерській галузі.



Ірландський мох

Таким чином, у сучасному світі за допомогою використання інноваційної сировини у кондитерській галузі, у вигляді нетрадиційних видів борошна, висівок, насіння олійних культур, овочевих та фруктових пюре, а також рослинної сировини можна значно поліпшити функціональні властивості кондитерських виробів та розширити асортимент продукції.

2.6. Використання нових видів емульгаторів, поліпшувачів, загусників, ароматизаторів, топінгів у виробництві борошняних кондитерських виробів

Ринок кондитерських виробів характеризується високою конкуренцією, яка змушує виробників шукати шляхи підвищення якості виробів і зниження їх собівартості. Якість виробів залежить від стабільності показників якості

сировинних інгредієнтів, що входять до рецептурного складу. Тому важливим аспектом є адаптація технологій до існуючих коливань якості сировини. У зв'язку з цим виробникам доводиться постійно шукати нові технологічні рішення і використовувати регулятори структури, до яких відносяться поверхнево-активні речовини (ПАР).

До основних функціонально-технологічних властивостей ПАР відносяться:

- стабілізація емульсій і піноподібних структур;
- модифікація кристалічної форми жирових композицій;
- регулювання структурно-механічних властивостей напівфабрикатів і готових виробів.

За допомогою регуляторів структури можна адаптувати технології відповідно до якості сировини.

Стабілізаційні комплексні суміші – надійні «помічники» технологів, які хочуть досягти високого ефекту та якості харчових виробів. Останнім часом широке поширення отримали стабілізаційні системи, що складаються з декількох ПАР з різними функціональними властивостями, які застосовуються для поліпшення якості цукрового, зтяжного, здобного, листового печива, вафель, виробів бісквітної групи, кремкових начинок. Використання стабілізаційних комплексних сумішей дає можливість значно підвищити якість виробів, зменшити їх собівартість, підвищити ефективність технологічного процесу. При правильному підборі декількох видів ПАР проявляється їх синергізм, тобто взаємне посилення дії.

Емульгатори. Сучасна тенденція до зниження калорійності борошняних кондитерських виробів вимагає зменшення кількості жиру в рецептурах, тому особливий інтерес представляє застосування комплексних сумішей при виробництві здобного пісочного і цукрового печива.

При проведенні досліджень для визначення оптимальних дозувань емульгаторів було встановлено, що при додаванні пасти-емульгатора «Естер М 01» зменшувалися час збивання емульсії, її щільність, емульсія протягом 2–3 годин не розшаровувалася. Структурно-механічні властивості пісочного тіста після його приготування залишалися стабільними протягом 1,5 години. Спостерігалось також поліпшення якості готових виробів: печиво при достатній міцності мало ніжну, розсипчасту структуру.

Оптимальне дозування комплексної суміші «Естер М 01» становило 0,8–1,0% до маси емульсії. На підставі проведених досліджень була розроблена нова технологія для здобних сортів печива, які формуються методом відсадження або екструзії, згідно з якою в рецептурах кількість жиру зменшено на 8–10% і повністю виключений меланж. Розроблено також рецептури для цукрових сортів печива зі зменшеним вмістом жиру. При виробництві вівсяного печива додавання в тісто пасти «Естер М 01» в кількості 0,3–0,5% до маси борошна дозволило зменшити вміст жиру, поліпшити структуру і зовнішній вигляд виробів. Спеціальна паста допоможе замінити тісто бісквітного напівфабрикату.

При виробництві бісквітних напівфабрикатів рекомендується використовувати пасту «Естер М 03». При аерації бісквітного тіста необхідно послабити сили поверхневого натягу рідкої фази для утворення пінної структури. Тому потрібне поєднання декількох емульгаторів, які входять до складу пасти. Внесення пасти знижує в'язкість тіста, збільшує його плинність, покращує однорідність, перешкоджає злежуванню борошна при замішуванні. Пасту додають на стадії збивання тіста, в результаті виходить м'яка, однорідна, стабільна збита маса, а після випічки – дрібнопористий бісквіт. Рекомендоване дозування пасти «Естер М 03» в бісквітний напівфабрикат для тортів і тістечок 1,5–2,0% до маси борошна, в бісквітний напівфабрикат для рулетів – 2,0–2,5% до маси борошна.

При виробництві кексів рекомендоване дозування пасти «Естер М 03» становить 1,0–1,5% до маси борошна. В результаті кекс набуває ніжної дрібнопористої структури, зменшується міграція жиру на поверхню виробу, знижується вміст жиру і меланжу.

Жирові начинки для вафельних виробів повинні легко танути і містити достатню кількість повітря, мати маслянисту, ніжну, пухку консистенцію і пластичні властивості.

При виготовленні начинок для вафель рекомендується використовувати «ЕСТЕР П 01» та «Естерин СТС» у кількості 0,2–0,4%. Дана комплексна суміш сприяє аерації начинки, поліпшенню реологічних властивостей.

При виробництві шоколадних мас та шоколадних глазурей добре зарекомендував себе **полігліцерол полірицинолеат 03 (PGPR 03)**, використання якого разом з лецитином дає змогу знизити витрати масла какао. Спільне використання лецитину у кількості 0,1 % та ПГПР – 03–0,15% до шоколадної маси дає змогу економити майже 40–70 кг масла какао на 1 тону напівфабрикату.

Розпушувачі. При виробництві борошняних кондитерських виробів використовуються розпушувачі – продукти, які виділяють газоподібні речовини, що надають тісту пористість. Існує три способи розпушування тіста: біохімічний; хімічні; фізичний.

Біохімічний спосіб розпушування тіста здійснюється за допомогою дріжджів, в якому міститься амілазовий комплекс ферментів, які ферментують основні цукри тіста – глюкозу, мальтозу, сахарозу.

Хімічний метод розпушування тіста застосовується в тих випадках, коли в нього за рецептурою вводиться велика кількість цукру, жиру, яєць. Дріжджі для цієї мети не використовуються, так як велика частина борошняних

кондитерських виробів містить значну кількість жиру і цукру, що пригнічує дріжджі.

У фізичному (механічному) способі розпушування тіста використовується повітря або вуглекислий газ, які перекачуються під тиском в збивальні або тісто замісні машини спеціальної конструкції з герметично закритою камерою для замісу.

Сучасні технології пропонують використання ферментів і ферментних систем для отримання синергетичного ефекту при використанні розпушувача, або в якості альтернативи використанню хімічного розпушувача (заміна метабісульфіту натрію).

Як відомо, борошно містить три важливих компоненти: крохмаль, клейковину білок і пентозан. Модифікація тіста і, перш за все, згаданих вище компонентів впливає на дозрівання тіста і якість готової продукції до такої міри. Співвідношення крохмалю, білка глютену і пентозанів має бути оптимальним. Ферменти, присутні в самому зерні, завжди беруть участь в процесі отримання хлібною продукції. Однак рівень рідних ферментів в борошні схильний до коливань через умови вирощування зерна. Введення ферментів мікробного походження при замісі тіста повністю усуває залежність виробництва від нестабільності складу вихідної сировини і в кожному конкретному випадку дозволяє підібрати найбільш підходящу пропорцію амілаз і протеаз. При цьому ще можна поліпшити стійкість і підйом тіста завдяки геміцеллазам (ксиланазам).

Амілази розщеплюють крохмальний ланцюг на декстрини і окремі цукри, підсилюють дозрівання тесту, благотворно впливають на формування смаку і забезпечують субстрат для дріжджів. Протеази послаблюють білок глютену і надають тісту еластичність. Геміцеллази (ксиланози) і пентозанози надають тісту більшу стійкість і підвищують його підйом. Карбогідрази виробляють

гідролітичний розпад складних вуглеводів (ді-, три- і полісахаридів і глікозидів) на прості цукри, або моносахариди.

Комплексні ферментні препарати, що містять активні протеази і α -амілазу, ксиланазу і карбогідразу, застосовуються при виробництві борошняних кондитерських виробів з метою прискорення процесу бродіння і коригування фізичних властивостей клейковинного борошна, зміни реологічних властивостей тіста, прискорення його «дозрівання».

При виробництві борошняних кондитерських виробів з використанням дріжджів, таких як печиво, крекери, кекси, бажано використовувати складні препарати з переважанням протеолітичної дії, але містять в їх складі і α -амілазу. Комбінований ефект цих ферментів забезпечує дріжджі ферментованими цукрами і низькомолекулярними азотистими речовинами. Крекери набувають інтенсивний колір і приємний аромат.

При виробництві зтяжного печива з використанням хімічних закваски, коли багато зусиль спрямовано на розслаблюючу глютен, в ході тривалого технологічного процесу, поряд з механічним впливом на білки глютену, бажано використовувати протеолітичні ферментні препарати; α -амілаза, яка присутня як супутній фермент як в грибкових, так і в бактеріальних препаратах, не заважає їх використанню.

Для заварного крему і серцевих пряників найбільше значення має протеоліз, але поряд з необхідністю регульованого розслаблення тіста важливо також зберегти свіжість (м'якість) продукту.

У виробництві бісквітних напівфабрикатів необхідні комплексні ферментні препарати з помірною активністю протеолітичних ферментів і низькою α -амілазою (декстринацією) здатністю. Протеази і α -амілаза використовуються для прискорення і полегшення обробки тесту при

приготуванні листкового напівфабрикату з метою поліпшення його пружних властивостей і запобігання усадки при випічці.

Крім того, застосування таких ферментних препаратів, що містять протеазу і карбогідразу, при виробництві вафель дозволяє оптимально знизити в'язкість вафельного тіста, сприяє виробленню тонких хрустких вафельних листів.

Загусники – це речовини, які підвищують в'язкість харчових продуктів. Загусники покращують і зберігають структуру харчового продукту, дозволяють отримувати продукти з потрібною консистенцією, що позитивно позначається на сприйнятті смаку. Завдяки здатності підвищувати в'язкість водних середовищ, загусники стабілізують дисперсні системи: суспензії, емульсії і піни. Загусники – це гідроколоїди. Їх молекулами є лінійні або розгалужені полімерні ланцюги, згорнуті в клубки. Завдяки особливостям їх будови і численним полярним групам, особливо гідроксилу, з водою в ньому взаємодіють загусники, додані в харчовий продукт. Полярні молекули води розташовані навколо полярних груп загусника. Завдяки розчиненню, яке часто супроводжується розмотуванням молекули, рухливість молекул води обмежена, а в'язкість розчину підвищується. Макромолекули, які при набряканні, частково або повністю переходять в витягнутий стан, найбільшою мірою підвищують в'язкість, так як гідродинамічна стійкість довгих витягнутих полімерних ланцюгів є найбільшою. В'язкість збільшується експоненціально зі збільшенням довжини ланцюга. Підвищення ступеня розгалуження гідроколоїдної молекули призводить до зниження в'язкості, якщо розташування бічних ланцюгів заважає зв'язуванню молекул води.

Якщо полярні і неполярні групи розташовані в основному на кінцях ланцюга, це сприяє зв'язці води і збільшенню в'язкості. Для макромолекул з високим ступенем розгалуження досягнення високої в'язкості можливо тільки в концентрованих розчинах.

Властивості загусників, особливо нейтральних полісахаридів, можна змінити хімічною модифікацією: ввівши в молекулу нейтральні або іонні замісники. Яскравим прикладом цього є крохмаль, рідний і модифікований. За модифікацією можна домогтися наступних властивостей у крохмалю:

- зниження або підвищення температури плавлення;
- зниження або підвищення в'язкості;
- підвищення розчинності в холодній воді;
- емульгування;
- зниження тенденції до ретроградності;
- стійкість до синерезису;
- стійкість до кислот;
- стійкість до високих температур;
- стійкість до танення – цикли замерзання.

Самі по собі загусники не можуть утворювати еластичні міцні гелі. Чітка відмінність між желе-виробниками і загусниками, однак, не завжди можлива. Існують речовини, які в тій чи іншій мірі володіють властивостями як желеутворюючого агента, так і загусника.

Деякі загусники при певних умовах, наприклад, при певній концентрації цукру, іонів Ca^{+} або значення рН, можуть утворювати сильні пружні гелі. Гідроколоїди не є емульгаторами, так як їх молекулам не вистачає характерної комбінації гідрофільних і ліпофільних груп. Виняток становлять ефіри неіонної целюлози, наприклад, метилцелюлоза, трансестерифікована метилцелюлоза і альгінат пропіленгліколь.

Гідроколоїди, що використовуються як загусники і належать до групи полісахаридів рослинного або мікробного походження. Використовуються як природні полісахариди, так і модифіковані. Полісахариди, отримані з рослин, поділяються на екsudати, смоли (захисні колоїди, що виділяються рослиною

при пошкодженні), наприклад, трагакант; і насіннєве борошно (резервні полісахариди рослин).

До модифікованих полісахаридів відносяться ефіри целюлози, наприклад, метилцелюлоза і карбоксиметилцелюлоза, а мікробні - ксантан. Гідролоїди рослин поділяються на хімічну структуру на три групи: кислі полісахариди з залишками уронової кислоти, кислі полісахариди з залишками сірчаної кислоти і нейтральні полісахариди.

Кислотні гідролоїди з залишками уронової кислоти, такі як **трагакант** і **гумміарабік**, а також нейтральні сполуки, **камеді**, використовуються в якості загусників.

Поведінка **нейтральних полісахаридів**, на відміну від поліелектролітів, практично не залежить від змін рН середовища і концентрації солі. До кислих полісахаридів із залишками сірчаної кислоти, що використовуються як желатинізатори, відносяться, наприклад, агар і каррагінан.

Ефективність гідролоїдів визначається не тільки структурними особливостями їх молекул (довжина ланцюга, ступінь розгалуження, характер мономерних ланок і функціональних груп і їх розташування в молекулі, наявність глікозидних зв'язків), але і складом харчового продукту, способом його виробництва і умовами зберігання.

На розчинення і дисперсію гідролоїдів впливають розміри і форма їх частинок, питома поверхня, гранулометричний склад. Велике значення має спосіб приготування розчину (дисперсія): інтенсивність і час змішування, температура, значення рН, наявність електролітів, мінералів і гідратованих речовин, наприклад, цукрів, можливість формування комплексів з іншими присутніми в системі сполуками, процеси розпаду, викликані ферментами або мікроорганізмами.

Існують загусники, які можуть утворювати зв'язки з іншими високомолекулярними компонентами харчового продукту, що викликає

помітне підвищення в'язкості. При комбінованому використанні двох і більше загусників можливий синергетичний ефект: суміші потовщуються більше, ніж можна було б очікувати від загальної дії компонентів. Наприклад, **ксантан з гуарною камедю** або з **каробною**. В останньому випадку можлива навіть желатинізація.

Ароматизатори. Для виробництва кондитерських пропонується широкий асортимент ароматизаторів:

-серія **ванілі**, до складу якої входять ароматизатори не тільки відрізняються за смаковим профілем, але і відрізняються технічними характеристиками (термічна стійкість, концентрація і т.д.). Залежно від складу сировини, аромат ванілі може мати яскраво виражені деревні, бальзамічні, вершкові або карамельні тони.

- **аромати фруктово-ягідного** напрямку допоможуть вам створити мармелад, карамельні, фруктово-жирові начинки та інші кондитерські вироби зі смаком і ароматом екзотичних фруктів, цитрусових, садових і лісових ягід, свіжих фруктів або варення з них.

- **молочно-вершкова і ванільно-кремова** група ароматизаторів відмінно доповнює смак борошняних кондитерських виробів, а також створює збалансований смак зефіру, нуги, начинки, карамелі та інших продуктів.

- **ароматизатори з шоколадними і кавовими ароматами** додають насичений аромат продуктам як з використанням какао-продуктів, так і без нього або кавового екстракту.

- **горіхові ароматизатори** підкреслять смак кондитерських виробів з цільними або подрібненими горіхами або створять горіховий смак в продуктах, де горіхи не передбачені.

- **пряно-ароматична група** включає в себе різні ароматизатори, які при використанні в кондитерській промисловості можуть стати гідною

альтернативою використанню натуральних спецій і смакових речовин: меду, кориці, кардамону, імбиру і т.д.

Ароматизатори, рекомендовані для кондитерських виробів, є рідкими формами, вони можуть бути водо- або жиророзчинними. Вибір на користь ароматизатора на жировій або водорозчинній основі проводиться виходячи з властивостей готового продукту, співвідношення водної і жирової фази в ньому; технології виробництва; обладнання виробника і побажань замовника.

Топінги – солодкі фруктово-ягідні сиропи або соуси. Їх використовують для поліпшення зовнішнього вигляду і смаку страв. Оригінальні, часто яскраві і дивовижні пахнуть. Начинка на десерт – густий соус. Завдяки цьому він підходить для прикраси десертів, адже їх можна намалювати на торті, тісті або тарілці. Малюнок сиропу деякий час тримає форму, залишаючись на холодній і теплій поверхні. Якщо змішати його з коктейлем, він розчиниться в рідині, надавши йому смак і аромат, злегка змінивши колір напою.

Тепер начинки, призначені для торта, морозива та інших десертів, стали по всьому світу. Вони настільки популярні серед кондитерів, що існують навіть спеціальні світові конкурси на естетику декорування сиропами різних страв і напоїв. Начинки для морозива та інших страв настільки популярні, що виробляються тисячами компаній по всьому світу і доступні в сотнях варіантів.

Популярні смаки начинки: какао; молоко; горіхи; ваніль; крем; карамель; солодкі ягоди і фрукти.

Це традиційно відповідає смаковим уподобанням українців.. Популярність і поширеність не зовсім звичайних смаків зростає – **кленового сиропу, овочевих, арахісових** і т.п.

Такі соуси продаються в основному в банках, ємністю до 1 літра. Всі вони оснащені вузькими дозаторами, тому прикрашати посуд і випічку можна без використання окремих кондитерських пристосувань.

Завдяки тому, що він не змінює свій смак і консистенцію при нагріванні, можна використовувати начинку для прикраси і доповнення як холодних (морозиво), так і гарячих кулінарних шедеврів. Незалежно від того, що саме доповнюється сиропом, він надає страві більш насичений аромат, аромат, робить його солодшим і поживнішим. Практично всі західні десерти і солодкі закуски зараз готуються з використанням різних видів таких соусів. Основою соусу завжди є цукор і вода. Для отримання потрібного кольору і смаку їх доповнюють какао-порошком, ваніллю, кремом, сиропами, спеціями та іншими інгредієнтами. Все це перемішують і варять до отримання однорідної густої консистенції. Точний рецепт приготування від більшості провідних виробників строго засекречений, тому повторити вподобані начинки в домашніх умовах практично неможливо.

Обрання начинки для торта або іншого кондитерського виробу може бути складним через складність вибору. Український ринок насичений продукцією багатьох виробників - вітчизняної та зарубіжної. Ціна при виборі важлива, але не ключового критерію, так як бажано орієнтуватися на якість.

Багато бюджетні соуси практично не містять в складі натуральних інгредієнтів, замість яких використовуються нейтральні наповнювачі, розбавлені кольоровими, смаковими і підсилювачами запаху. Часто смак таких виробів занадто різкий, не завжди приємний і не відповідає написам на етикетці.

2.7. Використання нетрадиційних видів борошна при виробництві кексових виробів

Кекси являють собою борошняні кондитерські вироби, виготовлені з дуже здобного тіста з великим вмістом жиру, яйце продуктів і цукру, а також з

наявністю в рецептурі різних наповнювачів – родзинок, цукатів, фруктів, горіхів і ін.

Кексові вироби виробляються у значній кількості на підприємствах кондитерської та хлібопекарської промисловості, а також підприємствах громадського харчування. Завдяки високому вмісту вуглеводів, жирів та білків кексові вироби висококалорійний, добре засвоюваний продукт харчування. Основною сировиною для них виробництва є пшеничне борошно, цукор та жир. Використання при виробництві борошняних кондитерських виробів різних добавок дозволяє розширити асортимент продукції та значно покращити її якість.

Пріоритетним напрямком у розвитку харчової промисловості є підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів шляхом використання нетрадиційної сировини. Перспективним покращувачем борошняних кондитерських виробів може бути використання нетрадиційних видів борошна.

На сьогоднішній день, в умовах продуктового достатку, на прилавках магазинів представлено безліч видів борошна як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. За традицією найпопулярнішою серед широких верств населення продовжує залишатися борошно з пшениці – саме її використовують зазвичай у виробництві кексів. На другому місці за затребуваністю стабільно тримається житнє борошно, а далі з великим відривом йдуть інші види сировини для випічки: борошно з вівса та кукурудзи, з гречки, рису, сої, сочевиці, ячменю. Роблять муку також з горіхів: це може бути кокосове, мигдальне та кедрове борошно. Також існує борошно, яке готують з насіння: кунжуту, гарбуза або соняшнику – того самого, усіма гаряче улюбленого насіння.

Все більше споживачів виявляють підвищений інтерес до корисних для здоров'я продуктів, засновуючи свій вибір не на кількості їжі, що споживається, а на її якості. Тому розробка кексових виробів з покращеним хімічним складом, підвищеним вмістом біологічно активних речовин,

зниженою енергетичною цінністю за рахунок нетрадиційних видів борошна має актуальний науковий напрямок.

Застосування такого борошна може вирішити такі завдання:

- підвищити харчову та біологічну цінності виробів;
- знизити витрати дорогої сировини шляхом заміни його на більш дешевий аналог;
- зменшити енергетичну цінність за рахунок часткової чи повної заміни калорійних інгредієнтів;
- покращити структурно-механічні властивості та знизити втрати;
- продовжити термін зберігання готової продукції;
- розширити асортименти, створити оригінальні рецептури борошняних кондитерських виробів.

Кекси – особлива група борошняних кондитерських виробів, що виготовляються із здобного тіста з високим вмістом цукру, жиру та меланжу. Характерна їх особливість - наявність у рецептурі родзинок, фруктів, цукатів, горіхів, що впливають на смакові якості та асортименти виробів. Рецептури кексів включають від 8 до 12 видів сировини та окремих напівфабрикатів. Виробляються вони, в основному, з пшеничного борошна вищого гатунку, вирізняються високою калорійністю та поживною цінністю. Тісто для кексів є багатофазною структурованою системою, що включає в свій склад повітряну фазу, яка забезпечує пористість готових виробів. Утворення пористої структури забезпечується такими рецептурними компонентами, як хімічні розпушувачі, дріжджі або емульгатори, останні з яких входять до складу сировинних компонентів (яєчний білок, лецитин яєчного жовтка або казеїн молока).

Кекси відповідно до стандарту залежно від способу приготування та рецептур поділяють на групи :

- на дріжджах;
- на хімічних розпушувачах;
- без хімічних розпушувачів та дріжджів.

Технологія виробництва кексів на дріжджах передбачає опарний, і безопарний способи приготування.

Опарний спосіб приготування кексів складається з наступних стадій: підготовка сировини до виробництва; приготування опари; приготування тіста; формування тестових заготовок; вистоювання; випікання та охолодження; оздоблення; упаковка .

Підготовка сировини до виробництва повинна здійснюватися відповідно до «Інструкції щодо попередження потрапляння сторонніх предметів у продукцію на підприємствах кондитерської галузі та в кооперативах» та «Санітарними правилами для кондитерських підприємств». Сипуча сировина повинна бути просіяна та пропущена через магніти. Рідку сировину проціджують та відфільтровують .

Приготування опари. У теплій воді (температура близько 40°C) розмішують 50% від рецептурної кількості подрібнених дріжджів, частину меланжу, додають борошно (50–60% від рецептурної кількості) і ретельно перемішують з водою. Після закінчення перемішування опару залишають для бродіння (тривалість 4–4,5 години). Початкова температура опари 28 ° С, кінцева – 32 ° С; вологість 49–52%. Через 2 години опару обминають та залишають для закінчення бродіння. Готовність опари визначають аналітично – за досягненням кінцевої кислотності (3–3,5 град) або органолептично – за зміною зовнішнього вигляду поверхні опари.

Приготування тіста. У готову опару завантажують додаткову сировину: попередньо розігріту до 30–40°C частина меланжу; розтоплене до цієї температури вершкове масло; розчинену у воді сіль; родзинки, цукати, ванільну пудру; воду, що залишилася; поступово – невеликими порціями – борошно. Протягом 7–8 хв замішують тісто. Температура 28–29°C, вологість 30–32%. Ретельно вимішане тісто посипають борошном і залишають для бродіння протягом 1,5–2 годин, виробляючи цей час одну - дві обминки видалення з тіста діоксиду вуглецю, що утворився при бродінні, і створення

оптимальних умов бродіння. Готове тісто має температуру 30–31°C, вологість 31–32%, кислотність 3–3,5 град .

Формування. Готове тісто обробляють на шматки, кожному з яких надають круглу форму шляхом підкатки, розкладають у форми, попередньо змащені маслом або жиром, і залишають для остаточного вистоювання на 1 – 1,5 години, при цьому обсяг збільшується в 2–2,5 рази. Перед випіканням тестові заготовки змащують яйцем або меланжем. Перед посадкою в піч тісто в кількох місцях наколюють .

Випічка. Тривалість випічки залежить від маси виробу: кекс масою 200г випікають 25–30 хв; 500г – 50 хв; понад 1кг – 60–65 хв при температурі печі 185–210°C. Готовність визначають органолептичним методом. Кекс виймають із печі, залишають у формах для охолодження на 4–5 годин, звільняють від форм, зачищають поверхню.

Оздоблення. Поверхню остиглого кексу оформляють різними обробними напівфабрикатами (цукровою пудрою, помадою, цукатами, тиражним сиропом, цукровою глазур'ю) .

Технологічний процес виробництва кексу на дріжджах безопарним способом складається з 5 стадій і виключає стадію приготування опари, що дозволяє скоротити його тривалість, проте показники якості кексів, приготованих таким способом, поступаються якості кексів, вироблених опарним способом.

Обидва способи приготування кексів на дріжджах характеризуються тривалістю технологічного процесу, що негативно позначається на енерго- та трудомістких підприємствах при їх виробництві. Вирішенням цієї проблеми може стати використання нових видів сировини у рецептурі, що сприяють скороченню тривалості окремих стадій технологічного процесу.

Для виробництва кексів використовують такі хімічні розпушувачі: карбонат амонію (вуглеамонійну сіль), гідрокарбонат натрію (питну соду), пекарські порошки. Технологічний процес виробництва кексу на хімічних

розпушувача складається з наступних стадій: - підготовка сировини до виробництва; приготування тіста; формування тестових заготовок; випікання та охолодження; оздоблення; упаковка.

Приготування тіста. Залежно від передбаченого рецептурою сировини та обладнання розрізняють 2 способи приготування тіста.

Перший спосіб. Технологія приготування тесту за першим способом включає послідовно проведені операції:

- збивання жиру (вершкового масла, маргарину), при цьому температура жиру 40°C (тривалість збивання 7–10 хв, залежить від пори року та кількості олії);

- введення цукру-піску та збивання з жиром (тривалість збивання 5–7 хв);

- введення яйцепродуктів;

Загальна тривалість збивання – 20–30 хвилин.

- запровадження рецептурних компонентів (родзинки, есенція, хімічні розпушувачі), крім борошна;

- введення борошна та заміс тесту (тривалість замісу 3–5 хв – збивальна машина, тривалість замісу 10–15 хв – тістомісильна машина.

Під час збивання олії з цукром та яєць відбувається утворення емульсії, стійкість якої забезпечується лецитином яєчних жовтків. Яйцепродукти додаються в масу збитої олії з цукром-піском поступово, що призводить до рівномірного розподілу жиру та диспергування в тесті у вигляді дрібних частинок, кожна з яких включає велику кількість бульбашок повітря, що потрапляє в масу в процесі збивання. Рівномірне розподілення повітря в тесті сприяє утворенню однорідної дрібної пористої структури.

Кекс, отриманий з такого тіста, легкий, пишний, має великий об'єм та дрібнопористу структуру. Описаний спосіб застосовують, коли готують тісто з використанням меланжу або яєць, у яких погано відокремлюються білки від жовтків. Якщо в рецептуру входить незбиране молоко, то до нього додають частину цукру і кип'ятять до розчинення кристалів. Молочний сироп охолоджують і поступово додають до збитої олії.

Другий спосіб. Технологія приготування тіста другого способу включає наступні операції:

- збивання яйцепродуктів із цукром-піском протягом 25–30 хв;
- розм'якшення та збивання жиру (вершкового масла або маргарину) (тривалість збивання 10–12 хв);
- додавання до збитого масла всіх рецептурних компонентів, крім борошна;
- введення в отриману суміш збитої яєчно-цукрової маси;
- введення борошна та заміс тесту.

Кекс, отриманий другим способом, має рівномірну дрібнопористу структуру, але тісто менш насичене повітрям. При обробці меланжу з цукром у збивальній машині протягом 25–30 хв відбувається збільшення обсягу в 2,5–3 рази .

Особливості приготування тіста із застосуванням поверхнево-активних речовин (ПАР), що відіграють роль емульгаторів, включає три стадії:

- розм'якшення маргарину та збивання з цукром-піском (тривалість 8–12 хв);
- змішування отриманої маси з меланжем, ПАР та іншими рецептурними компонентами, крім борошна та какао-порошку;
- Заміс тесту з борошном і какао-порошком (тривалість 30–60 с, до зникнення грудочок).

Загальна тривалість приготування 20–30 хв.

Виробляють попередню підготовку ПАР для введення в тісто. Для цього змішують ПАР з невеликою кількістю меланжу (у співвідношенні 1:3). ПАР вводиться у кількості 1% до загальної маси рецептурних компонентів тесту.

Формування. Готове тісто формують вручну або із застосуванням обладнання металеві форми зі спеціальним покриттям або форми, попередньо змащені маслом або вистелені папером. Поверхню тіста насікають лопаткою, змоченою водою або олією. Масу тестової заготовки встановлюють для цього розміру форм залежно від необхідної ваги готового кексу. Кекс може мати

прямокутну, квадратну форму, форму поліна або форму усіченого конуса з наскрізним отвором у центрі. Дрібнотучні кекси випікають у гофрованих формах або у формах у вигляді циліндра.

Випічка. Тривалість випічки та температура печі залежить від маси виробу, рецептурних компонентів та конструкції печі. Температура варіюється від 160 до 215°C, тривалість випічки – 18–120 хв. Готовність визначають органолептичним методом. Випечені кекси охолоджують протягом 4–5 годин, витягають із форм, зачищають поверхню.

Оздоблення. Поверхню остиглого кексу оформляють різними обробними напівфабрикатами (цукровою пудрою, помадою, цукатами, тиражним сиропом, цукровою глазур'ю)

Характеристика нетрадиційних видів борошна:

1. **Соняшникове борошно.** Це високоякісний білковий продукт, що отримується з очищеного насіння соняшника. Перед виробництвом муки насіння частинно знежирюється. В результаті, подрібнені на порошок, вони стають джерелом рослинного білка в чистому вигляді, що робить страви з цієї муки незамінними для вегетаріанців і тих, хто дотримується релігійних постів. Колір якісної соняшникової муки практично такий самий, як у ядер насіння, можливо, трохи темніший. Вона відрізняється дуже дрібним помелом, ніжним смаком, м'якістю та яскраво вираженим ароматом насіння.

У складі соняшникової муки відсутній глютен, також відомий як клейковина. Це складний білок входить до складу зерна багатьох злакових. Дієтологи до нього ставляться дуже насторожено через те, що у людей різних країн дедалі частіше діагностується целиакія – генетично обумовлена непереносимість продуктів, у складі яких є глютен. Для пацієнтів з таким діагнозом пшениця, жито та ячмінь у всіх видах перебувають у «чорному списку» – після того, як глютен потрапляє в організм, імунна система ідентифікує його як чужорідний білок і починає активно боротися. При цьому основна шкода наноситься стінкам тонкого кишечника, внаслідок чого виникає

диспепсія. Тому страви з соняшникової муки можуть стати чудовою альтернативою для тих, у кого була виявлена целиакія. Хімічний склад представлений у таблиці 1

Таблиця 1.1

Хімічний склад соняшникового борошна

Вітамін	Кількість	Мінеральні речовини	Кількість
Вітамін PP	7,31 мг	Селен (Se)	58,2 мкг
Вітамін С	1,3 мг	Марганець (Mn)	1,975 мг
Вітамін В9	222 мкг	Мідь (Cu)	1713 мг
Вітамін В6	0,75 мг	Цинк (Zn)	4,95 мг
Вітамін В5	6,6 мг	Залізо (Fe)	6,62 мг
Вітамін В2	0,3 мг	Фосфор (P)	689 мг
Вітамін В1	3,2 мг	Калій (K)	67 мг
Вітамін А	2 мкг	Натрій (Na)	3 мг
		Магній (Mg)	346 мг
		Кальцій (Ca)	114 мг

У борошні з соняшникового насіння: У 5 разів більше калію, ніж у гречці та в 19 разів – ніж у рисі. У 4,5 рази більше фосфору, ніж у рибі та у 3,9 рази – ніж у гречці. Вдвічі більше магнію, ніж у волоських горіхах. У 2,7 разу більше вітаміну В6, ніж у гречку. У півтора рази більше вітаміну Е , ніж у яловичині. У півтора рази більше білка, ніж у осетровій ікрі.

2. Виноградне борошно.

Його отримують шляхом подрібнення макухи кісточок винограду, що залишається після віджиму олії. Таке борошно трохи нагадує какао на вигляд і відрізняється дуже приємним смаком.

Як і більшість продуктів, одержуваних з насіння і кісточок рослин, виноградна борошно багата вітамінами А, С, Е і особливо вітамінами групи В. Крім того, в порошок з виноградних кісточок міститься велика кількість поліненасичених жирних кислот (особливо, лінолевої), різних мікроелементів і дубильних речовин – що наділяє виноградну борошно багатьма корисними властивостями:

Тонізуючим – підвищується еластичність і зміцнюються всі види тканин організму, посилюється обмін речовин, сприяючи відновленню м'язового тону; нормалізується артеріальний тиск і знижується рівень холестерину в крові;

Стимулюючим. Використання в раціоні харчування виноградної борошна благотворно діє на імунну систему, стимулює оновлення і відновлення клітин тканин і нервових волокон, регулює обмін води між клітинами організму, сприяє прискоренню загоєння ран.

До унікальним властивостям виноградної борошна можна віднести також позитивний вплив на стінки судин, нервові клітини і нейронні зв'язки організму, що допомагає в боротьбі з дегенеративними захворюваннями ЦНС і кровоносної системи. Крім того, що містяться в виноградній борошні речовини сприяють прискоренню обмінних процесів і виведення з організму шкідливих речовин, що утворюються при цьому. Вітамін Е, також міститься в порошок з кісточок, уповільнює процеси старіння в організмі, в тому числі – і вікові зміни сітківки ока: позитивний вплив біохімічного складу виноградної борошна на органи зору порівняти тільки з чорницею.

2. Льняне борошно. Воно являє собою знежирені перероблені насіння льону, отримані шляхом відділення з них олії. Борошно з насіння льону – може принести багато користі для організму, а її шкода навіть при систематичному застосуванні мінімальний. Льняна мука рекомендована як джерело рослинного білка, поліненасичених жирних кислот та інших необхідних організму мінеральних речовин. Всі корисні речовини, які містить насіння льону, переходять і його похідні, тому хімічний склад робить цю муку не тільки

корисніше пшеничного, але і поза порівнянь з іншими різновидами дуже цінним для здоров'я продуктом. Особливо важливим моментом є те, що всі цінні елементи з насіння льону засвоюються організмом повністю.

Цей продукт містить вітаміни групи В, ретинол, аскорбінову кислоту, токоферол, і ще:

- рослинну клітковину;
- лігнани льону (фітоестрогени);
- велика кількість рослинних білків;
- полінасичені кислоти Омега-3 і Омега-6;
- калій, натрій, залізо, кальцій, фосфор;
- антиоксиданти.

3. Гарбузове борошно. Натуральне гарбузове борошно отримували в результаті сушіння і помелу вимитого, очищеного насіння. Цілощупу силу подрібненого насіння було помічено народами, що населяли Бразилію, Індію та Південну Америку. Особливої уваги продукт отримав у наш час, коли важливість здорового харчування виходить на перший план. Адже борошно з насіння гарбуза не містить глютену, але багате на високоякісний білок, макро- і мікроелементи, вітаміни.

Такий білково-вітамінно-мінеральний комплекс є цінним дієтичним продуктом харчування, який можуть додавати у своє меню вегетаріанці та сировіди. Лікувальні властивості зберігає і гарбузовий шрот, виготовлений способом холодного віджимання олії. Застосування вітамінно-зберігаючої технології дозволяє зберегти білки, вітаміни, мінерали, амінокислоти, що вдало поєднуються з клітковиною.

Білковий склад борошна гарбуза характеризується високим вмістом замісних та незамісних амінокислот, необхідних для міцного імунітету, нормального та повноцінного функціонування людського організму.

Гарбузове борошно також відрізняється високим вмістом найважливіших для організму людини вітамінів (Е, А, F, В1, В2, В4 (холін),

В3, В6, В9, С, Р, Т, К), про різноманітні корисні властивості яких ви докладно можете дізнатися у статтях «Гарбузова олія» та «Амарантове борошно».

Висока біологічна та харчова цінність гарбузового борошна значною мірою обумовлена його унікальним мінеральним складом (борошно гарбуза містить понад 50 макро- та мікроелементів, серед яких лідируючі позиції займають цинк, залізо, магній, фосфор, кальцій, селен).

5 Горіхове борошно. Це подрібнені горіхи дрібного помелу, а виробляють його з макухи, яка залишається після виробництва горіхової олії. Макуху підсушують гарячою парою і отримують горіхове борошно. При цьому горіхи можуть бути як обсмаженими, так і сирими, що впливає на смак та поживні властивості борошна. В основному горіхове борошно готується з арахісу, мигдалю, фундуку, кешью, фісташок, волоських і кедрових горіхів, а для смаку в неї іноді додають мелене насіння та сухофрукти. Борошно з горіхів дуже корисне, оскільки містить білки, вітаміни, мінерали та жирні кислоти, покращує роботу серця, печінки та нирок, не містить шкідливого холестерину, зміцнює імунітет та відновлює сили після важких фізичних навантажень.

Хімічний склад

У 100 г продукту міститься 234 кілокалорії. Також 100 г містять:

- 15 г білків;
- 18 г жирів;
- г вуглеводів;
- г харчових волокон.

Борошно з волоського горіха збагачене вітаміном А і багатьма вітамінами групи В. Також у ній є вітаміни С, Е, К, РР і ніацин. Крім того, продукт багатий як макро-, так і мікроелементами, починаючи від калію та кальцію і закінчуючи йодом та залізом.

Білки, що містяться в шроті, легко засвоюються, тому він ідеальний для людей, які проходять відновлення після операції або важких хвороб. Шрот допомагає набрати потрібну масу тіла та відновити м'язовий об'єм. Для здорових людей користь продукту також очевидна:

- допомагає упорядкувати нервову систему, прискорюючи нервову провідність;

- сприяє зменшенню рівня холестерину у крові;

- постачає організму амінокислоти, тому що є білковою структурою, тому ідеальний для тих, хто з тих чи інших причин не вживає тваринних білків;

- перешкоджає розвитку жовчнокам'яної хвороби.

Також страви, приготовані на основі горіхового борошна, можна вводити в раціон харчування для людей, які страждають на цукровий діабет, так як горіхове борошно має невисокий глікемічний індекс (35 ОД), а після термообробки спостерігається тільки його незначне підвищення.

4. Амарантове борошно. Це харчовий продукт, який виготовляється з насіння або макухи амарантової рослини після виробництва олії. Колір – світлий, молочний, з карамельним відтінком. Текстура – сипка, розміри окремих крупинок 60 – 300 мкм. Запах – солодкуватий; смак – горіховий, приємний, у сирому вигляді нагадує американську гранолу (суміш сплюснених зерен різних злакових культур з горіховою крихтою, запечена з медом.

Калорійність амарантового борошна – 344 ккал на 100 г, їх:

- Білки – 9,5 г;

- Жири – 3,9 г;

- Вуглеводи – 67,8 г;

- Харчові волокна – 1,1 г.

- Допустиме вміст води – 11%.

Однією з властивостей амарантового борошна є оновлення організму та стимуляція вироблення колагену. За цю функцію відповідають не тільки всі форми вітаміну Е, а й рідкісна речовина – сквален. Його пряма дія – уповільнення процесів старіння.

2.8. Технології використання нових видів борошняних сумішей у виробництві борошняних кондитерських виробів.

Нові види драглеутворюючих речовин

У структурі кондитерських виробів борошняна група займає гідне місце і складає майже 40% від загального обсягу виробництва кондитерських виробів. Як відомо, група борошняних кондитерських виробів включає в себе такі види продукції: печиво, крекер, галети, пряничні вироби, вафлі, тістечка і торти, рулети, кекси, ромові баба, борошняні східні солодоці.

Борошно найбільш суттєво впливає на властивість тіста і якість виробів. Використовують переважно пшеничне борошно вищого та 1-го сорту, для деяких видів - вівсяне, кукурудзяне, житнє, соєве. Пшеничне борошно зі слабкою і середньою клейковиною забезпечує виготовлення цукрового печива доброї якості, тоді як із борошна з сильною клейковиною одержують вироби з нижчою і товстостінною пористістю. З борошна з сильною та середньою клейковиною утворюється недостатньо пластичне тісто для зтяжного печива, внаслідок цього тістова заготовка і вироби деформуються. Борошно з сильною клейковиною призводить до зтягування тіста і одержання щільного бісквіту.

На основі пшеничного борошна вищого сорту створені композитні суміші, що включають вівсяне борошно, ячний порошок, суху клейковину, сіль, цукор або додатково лецитин. Запропоновано використовувати у виготовленні збивних борошняних виробів, крім пшеничного борошна 1-го сорту, борошно пшоняне, буряковий порошок, зародкові пластівці пшениці, аскорбінову кислоту. Як відомо, у пшоняному борошні міститься велика кількість магнію і фосфору. Порошкоподібний напівфабрикат із концентрованого соку цукрового буряка являє собою природний концентрат мінеральних речовин, які регулюють кислотно-лужний баланс. Вироби на його

основі мають підвищену харчову цінність і низьку цукромісткість. Зародкові пластівці пшениці збагачують вироби білком, поліненасиченими жирними кислотами, кальцієм і калієм.

Здатність борошна утримувати слабколужну воду реально відтворює механізм її участі у виробництві борошняних кондитерських виробів. Вона є основним критерієм при оцінці технологічних властивостей пшеничного борошна для пряників, цукрового і здобного печива. Критерієм, який дозволяє регулювати технологічні властивості пшеничного борошна для цих виробів, є вміст клейковини і середньозважений розмір її частин.

Борошно тритікалеве сіяне використовують для виробництва бісквітного, пісочного напівфабрикату, здобного печива і кексів на хімічних розпушувачах. Це борошно у поєднанні з концентратом квасного сусла і житнім ферментованим солодом рекомендують для приготування пісочного напівфабрикату і кексів.

Перспективним напрямком підвищення харчової цінності може бути використання борошняних композитних сумішей із зернобобових і олійних культур. Суміші складаються з різних компонентів, кількість і співвідношення яких залежать від їх призначення, що дозволяє створити нові види виробів на основі взаємного збагачення інгредієнтів.

З використанням соєвого борошна рафіноза і її похідні вважаються причиною газоутворення у кишечнику. Досліджена можливість зниження її вмісту в борошні з допомогою α -галактозидази соєвих бобів, яку виділяли із пророслої сої. Фермент проявляв найвищу активність відносно p -нітрофеніла-сі-галактопіранозиду за температури 50°C і $\text{pH } 5,0$. Гідроліз похідних рафінози виділеним ферментом знижував вміст стахіозу і рафінозу в борошні на 72,3 і 89,2%, відповідно, після інкубації протягом 6 год. за температури 40°C .

Крохмаль (5–6%) входить до складу рецептури печива цукрового і зтяжного, надає тісту пластичності, а готовим виробам – добру намочуваність та крихкість. Під час випікання проходить часткова денатурація крохмалю, що забезпечує, особливо в зтяжному печиву, блискучу поверхню.

Пропонують пшеничні зародкові пластівці і висівки для виготовлення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення. Пшеничні або житні висівки можна оцукрювати з використанням цілолітичних ферментів мікроскопічних грибів. Після досягнення максимального ступеня оцукрювання (95–98%) сироп пропонують використовувати для борошняних кондитерських виробів.

Як перспективний напрямок у виробництві борошняних кондитерських виробів запропоновано використання готових до застосування композитних багатокомпонентних сумішей, які містять у своєму складі, крім хлібопекарського борошна та різної нетрадиційної сировини, вітаміни і мінеральні речовини (премікси), функціональні добавки. До них відносять різні види зернових культур та продукти їх переробки.

Харчові гідроколлоїди – група речовин, що додаються в процесі виробництва харчових продуктів для надання харчовій системі певної необхідної консистенції або для стабілізації. До цієї групи харчових добавок відносять речовини двох основних видів:

- **загусники** – речовини, що використовуються для підвищення
- в'язкості продукції;
- **драглеутворювачі** – речовини, що надають харчовому продукту властивості драглю (структурованої полідисперсної системи з рідким дисперсним середовищем, що заповнює каркас, утворений молекулами дисперсної фази).

Більшість харчових добавок цієї групи можуть виконувати одразу декілька технологічних функцій в системі виконувати роль стабілізатора при цьому підвищуючи в'язкість системи або утворюючи гель. Тобто один і той же харчовий гідроколоїд може виконувати функції як стабілізатора, так і загусника та драглеутворювача. При введенні в рідку харчову систему в процесі приготування їжі загусники та драглеутворювачі зв'язують воду, в результаті чого система втрачає свою рухливість, а консистенція харчового продукту змінюється. Добавки цієї групи представляють собою полімерні речовини, в макролекулах яких рівномірно розподілені гідрофільні групи, що взаємодіють з водою. Вони також можуть брати участь у взаємодії з іонами гідроксиду та металів (в основному, кальцію), а також з органічними молекулами меншої молекулярної маси.

Драглеутворення гідрокolloїдів відбувається за різних механізмів, що властиві кожному структуроутворювачу окремо в залежності від їх природи та будови макромолекул. У якості драглеутворювачів використовують наступні гідрокolloїди: папа-карагенан, йота-карагенан, низькоетерифіковані пектини, желатин, що утворюють термозворотні драгли, а також альгінати натрію, калію та амонію, високоетерифіковані та низькоетерифіковані пектини, драгли яких не є термозворотніми.

Драглеутворювачі використовують для виготовлення низки кондитерських виробів: мармеладу, зефіру, пастили, желеїних цукерок та оздоблювальних напівфабрикатів, термостабільних фруктових начинок, інших желеїних начинок для кулінарних та кондитерських виробів, джемів та конфітурів та ін. Вид та кількість драглеутворювачів при виробництві драглеподібної продукції обираються в залежності від необхідних кінцевих характеристик готового продукту, а також властивостей самого гідрокolloїду, умов його драглеутворення та розчинності, ін. В процесі утворення харчового гелю важливе значення мають міжмолекулярні, електростатичні та гідрофобні

взаємодії, завдяки яким утворюється просторова сітка, побудована молекулами гідроколлоїдів. Слід зазначити, що ковалентні зв'язки у структуроутворенні харчових систем участі не беруть.

На сьогоднішній день найбільшого розповсюдження в харчовій промисловості набули такі види драглеутворювачів: **агар, каррагенани, пектини.**

Відомо, що кондитерські вироби продовжують користуватися широким попитом у споживачів, незважаючи на те, що вони відносяться до висококалорійних та високоглікемічних продуктів. Через нерегульоване споживання такої продукції постійно зростає кількість людей із серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом, ожирінням, атеросклерозом.

Аналіз хімічного складу більшості кондитерських виробів свідчить про їх незбалансованість, що пов'язано з високим вмістом жирів, вуглеводів і відносно низьким білків, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин тощо. Ця гостра проблема і є рушійною силою до створення нових виробів із поліпшеними (споживчими властивостями та зниженою калорійністю і глікемічністю. У зв'язку з цим виникає потреба у розробленні харчових продуктів, зокрема борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності. Розробленням борошняних кондитерських виробів, калорійність яких знижена, займаються науковці в Україні та закордоном.

Основною традиційною сировиною, що обумовлює солодкий смак кондитерської продукції, є цукор білий кристалічний (сахароза). Однак цукор при виробництві кондитерських виробів є не тільки носієм солодкого смаку, а ще виконує роль структуроутворювача. На сьогоднішній день існує велика кількість клінічних досліджень, які вказують на те, що дисахарид сахароза має ряд негативних властивостей на організм людини.

Зараз у всьому світі проводяться роботи, спрямовані на розробку речовин, які могли б стати альтернативою цукру білому кристалічному (сахарозі), який має досить високий глікемічний індекс – 6890 і калорійність 4.0 ккал/г.

Розроблено низку рецептур цукрового печива із застосуванням сировини, багатой на фізіологічно-функціональні інгредієнти: насіння льону, олію лляну обліпихову, гарбузову, порошок споришу, порошок квасолі білої сушеної, порошок барбарису сушеного, сироп з обліпихи, порошок медуниці лікарської, порошок абрикосів сушених, порошок сушених яблук, порошок листя малини сушеної, порошок листя календули лікарської сушеної. При цьому досягається підвищення фізіологічної цінності виробів та незначне (на 2–5%) зниження калорійності. Науковцями встановлено, що застосування добавок з плодів чорноплідної горобини під час виготовлення виробів з пісочного тіста дає змогу зменшити кількість жирового компонента – вершкового масла та повністю виключити з рецептури яйцепродукти завдяки наявності у добавки поверхнево-активних властивостей, що зменшує енергетичну цінність кінцевих продуктів на 8%.

Проводяться дослідження з розроблення зтяжного печива зі застосуванням фізіологічно-функціональних інгредієнтів для людей похилого віку, калорійність такого печива знижено на 9–10%.

Існують розробки мафінів зі зниженою калорійністю та глікемічністю, що досягається застосуванням цукрозамінників. Розроблено кекс зі зниженою калорійністю, що досягається введенням поліфункціональних добавок – порошоків із сушених вичавок ягід брусниці або журавлини, що містять харчові волокна, вітаміни, біофлавоноїди, макро- і мікроелементи. Потрібно зазначити, що у виробках, виготовлених за запропонованою технологією, відбувається зниження калорійності на 11,4%.

Розроблено борошняні кондитерські вироби зі застосуванням яблучного порошку. Енергетична цінність розроблених виробів зменшилася: в бісквіті яблучному на 5,3%, в пряниках фруктових – на 3,0%. Розроблено технології бісквітів і кексів на основі сухих сумішей. Калорійність розроблених бісквітів на 2,9–4,5% менша ніж у традиційного основного бісквіта, кексів – на 3,4–11,0%, ніж кексу «Столичного».

Існують розробки печива, до складу якого входять пектин, мікрокристалічна целюлоза, альгінат кальцію, бурі водорості та продукти їх переробки, що дає змогу збагатити вироби харчовими волокнами й одночасно знизити калорійність. Із застосуванням мікрокристалічної целюлози розроблено низькокалорійні вафлі та тістечка, калорійність останніх зменшена на 25%.

У різних країнах світу існують вимоги до продуктів, які дозволено маркувати як вироби «із зменшеною калорійністю». В США – це продукти, в яких калорійність зменшена на 25% порівняно з подібним продуктом, виготовленим за стандартною рецептурою. У європейських країнах прийняті різні вимоги до харчових продуктів «із зменшеною калорійністю»: в Німеччині – на 30%, Швеції – 25%, Іспанії – 30%, Великій Британії – 25%, Франції – 33%, Нідерландах – 33%.

Зважаючи на вищевикладене, доцільним є розроблення борошняних кондитерських виробів, калорійність яких істотно знижена. Проаналізувавши рецептурний склад різних груп борошняних кондитерських виробів, можна зробити висновок, що у частині виробів (кекси, печиво: здобне, цукрове) висока калорійність здебільшого обумовлена значною кількістю жиру та цукру білого, в інших виробках (бісквіти, білково-збивне печиво) калорійність обумовлена великим вмістом цукру.

Кондитерська галузь України була та залишається досить привабливою як для вітчизняного так і для іноземного капіталу. Для того щоб зберегти та примножити здобутки кондитерської галузі необхідно випускати конкурентоспроможну продукцію, а для цього необхідно забезпечити виконання наступних вимог.

Основні чинники, що визначають конкурентоспроможність кондитерських виробів:

- висока якість готової продукції;
- співвідношення якість - ціна;
- просування нового виду продукції на ринок;
- збільшення термінів зберігання готової продукції.

Якість харчових продуктів формується в процесі виробництва та залежить від якості сировини, технології переробки, роботи технологічного устаткування, якості пакувальних матеріалів, якості транспортування, зберігання і реалізації продукції, залежить також від якості нормативотехнічної документації.

В залежності від терміну зберігання, кондитерську продукцію поділяють на 2 групи:

- **швидкопсувна кондитерська продукція** – кондитерська продукція, що має термін зберігання до 5 діб включно (торти і тістечка);

- **нешвидкопсувна кондитерська продукція** – кондитерська продукція, термін придатності до споживання якої перевищує 5 діб.

Під час зберігання в кондитерських виробках відбуваються фізичні, хімічні, мікробіологічні процеси, які погіршують якісні показники готової продукції. І якщо для деяких видів кондитерських виробів (шоколаду, шоколадних цукерок) погіршення якості відбувається протягом року, то для деяких це погіршення відбувається протягом місяця (неглазуровані помадні

цукерки, збивні вироби типу маршмелоу, сирцеві пряники), навіть діб (цукерки "Вершкова помадка", молочні цукерки типу "Корівка", торти, тістечка та ін.).

Безумовно, з метою подовження термінів зберігання, слід комплексно підходити до цієї проблеми і використовувати одночасно всі способи (шляхи). Але, якщо з першим все зрозуміло, то для вибору необхідного рецептурного інгредієнту та підбору якісної упаковки слід встановити домінуючий процес, що буде протікати в продукції під час її зберігання.

При зберіганні кондитерських виробів змінюються значення органолептичних, фізикохімічних, мікробіологічних показників. Безумовно, головним критерієм оцінки якості кондитерських виробів є органолептичні показники, зміну яких обумовлено складними фізичними, хімічними, біохімічними, мікробіологічними процесами, що відбуваються при зберіганні.

Однак потрібно з безлічі процесів, що відбуваються при зберіганні вибрати один, головний, домінуючий який і буде визначати гарантійний термін зберігання.

Домінуючий фактор – головний, домінуючий процес, що відбувається під час зберігання продукції. Тому для встановлення терміну зберігання і можливості його подовження необхідно знати механізм дії головного домінуючого фактора і знаходити шляхи його керування.

Асортимент кондитерської продукції дуже різноманітний і технологія кожної групи істотно відрізняється по якості використовуваної сировини, устаткування, технологічних процесів. Однак, гарантійний термін зберігання різних груп кондитерських виробів у багатьох випадках залежить від домінуючого фактору.

Наприклад, технологія печива, технологія шоколаду, пралінових цукерок, халви істотно відрізняється, а домінуючий фактор, що визначає гарантійний термін зберігання, у них однаковий. Це стан ліпідного комплексу. Інший

приклад, технології пряників, молочних і помадних цукерок, мармеладу не має нічого спільного, а домінуючий фактор, що визначає їх термін зберігання однаковий – це їх десорбційна здатність, від якої залежить процес черствіння виробів протягом зберігання. Зберігання якості таких різних кондитерських груп як карамель, вафельні листи залежить від однакового якісного показника – їх сорбційної здатності, здатності поглинати воду з навколишнього середовища.

Незважаючи на широкий і різноманітний асортимент продукції, технологічних особливостей виробництва і якості сировини граничний термін придатності кондитерських виробів залежить в основному від одного переважаючого фактора, а саме структури ліпідного комплексу, десорбції та адсорбції. До продовження термінів зберігання кондитерських виробів необхідно підходити з великою обережністю і відповідальністю. Терміни зберігання повинні бути науково обґрунтовані і практично достовірні. Необхідно завжди пам'ятати, що найкращі якісні показники мають кондитерські вироби щойно виготовлені.

2.9. Поліпшувачі для хліба: основні види, переваги

Сучасні поліпшувачі хліба це комплексні добавки зі збалансованим, безпечним для здоров'я складом, використання яких дозволяє поліпшити якісні характеристики хлібобулочних виробів, ефективно регулювати технологічний процес в залежності від бажаного результату.

Багато споживачів, надивившись телевізійних «страшилок» з колишніми технологами хлібозаводів у головній ролі, до теперішнього часу насторожено ставляться до покращувачів в складі стратегічного продукту. Насправді, негативні відгуки все більше стосуються хімічних сполук: бромата кальцію, бромата калію, азодикарбонаміду тощо. При щоденному прямому контакті з такими покращувачами у пекарів часто виникали алергічні реакції.

Сьогодні в хлібопекарському виробництві використовуються комплексні добавки з мінімальною кількістю нехарчових компонентів. Всі представлені на українському ринку поліпшувачі для хліба можна розділити на дві великі групи:

1. Окислювачі. Сприяють прискореному дозріванню борошна з сильно розтягне клейковиною, забезпечують ефект відбілювання.

2. Відновлювачі. Підвищують еластичність клейковини, надають випічці об'ємність, пористість.

Застосування якісних поліпшувачів дозволяє:

- Забезпечити стабільно високу якість випічки, в тому числі при використанні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями.

- Прискорити технологічний процес (обійтися без бродіння, відмовитися від тривалої отлежки).

- Розширити асортимент продукції без серйозних тимчасових, фінансових витрат.

Застосовуються два основні способи виробництва хлібних та інших виробів із муки:

1) приготування прісних продуктів для яких характерна відсутність бродіння у проміжному продукті (тісті)

2) приготування хлібних виробів способом бродіння тіста протягом декількох годин.

Основна частина хлібних продуктів проходить стадію бродіння тіста.

Хлібобулочні вироби ділять на такі основні групи:

- хліб із суміші житнього та пшеничного борошна;
- хліб із житнього борошна різних виходів;
- хліб із пшеничного борошна різних видів і сортів;
- булочні і здобні вироби із пшеничного борошна (штучні);
- бубличні вироби.



- хлібом називають вироби масою більше 500 г,
- булочні вироби – 500 г і менше випікають із пшеничного борошна,
- дрібноштучні булочні вироби масою 200 г і менше.

Сировину, яку використовують в хлібопеченні ділять на дві групи:

- основну;
- додаткову.

До основної відносять все те, що необхідно для отримання тіста та хліба:

- борошно,
- воду,
- розпушувачі (дріжжі, закваску),
- сіль,
- цукор.



Хлібопекарські поліпшувачі та харчові добавки. У сучасному хлібопеченні застосовуються харчові добавки і хлібопекарські поліпшувачі різного принципу дії, необхідність використання яких обумовлена наступним:

- нестабільною якістю муки;
- різноманітністю видів і властивостей використовуваного сировини (у тому числі нетрадиційного);
- розширенням асортименту хлібобулочних виробів зі зміненим хімічним складом, більш тривалим терміном зберігання свіжості та ін.;

- удосконаленням технології виробництва, наприклад поширенням прискорених та «холодних» способів тістоприготування;

- застосуванням нового обладнання з інтенсивним механічним впливом на тісто.

Згідно до стандарту хлібопекарський поліпшувач – це харчова добавка (або суміш харчових добавок), що покращує властивості тіста і якість хлібобулочних виробів.

Відповідно до до стандарту під харчовою добавкою розуміється хімічне або природне речовина, що не застосовується в чистому вигляді як харчовий продукт або типовий інгредієнт їжі, яке навмисно вводиться в харчовий продукт при його обробці, переробці, виробництві, зберіганні або транспортуванні (незалежно від його живильним цінності) як додатковий компонент, який надає пряме або непряме вплив на характеристики харчового продукту.

Інгредієнт – речовина тваринного, рослинного, мікробіологічного або мінерального походження, а також природні або синтезовані харчові добавки, що використовуються при підготовці або виробництві харчового продукту і присутні у готовому продукті у вихідному або зміненому вигляді.

Харчові добавки можуть залишатися в продуктах повністю або частично у незмінному вигляді або у вигляді речовин, що утворилися в результаті хімічної взаємодії з компонентами харчових продуктів.

Більшість добавок і поліпшувачів не мають, як правило, харчового значення і в кращому випадку є біологічно інертними, а в найгіршому – виявляються біологічно активними та небайдужими для організму. Тому застосування харчових добавок допустиме лише в тому випадку, якщо вони не загрожують здоров'ю людини. Питання про допустимість харчових добавок до застосування регламентуються медико-біологічними вимогами та санітарними нормами якості продовольчої сировини та харчових продуктів.

Відомі фірми-виробники харчових добавок, як правило, мають сертифікати якості ISO 9000.

Харчові добавки, дозволені до застосування у виробництві борошна і хліба. У практиці хлібопекарського виробництва широке застосування знаходять:

- поліпшувачі окисного дії;
- поліпшувачі відновного дії;
- поверхнево активні речовини;
- ферментні препарати;
- модифікований крохмаль;
- мінеральні солі;
- консерванти;
- суха пшенична клейковина;
- сухі закуски (підкислювачі);
- ароматичні та смакові добавки.

Переваги застосування поліпшувачів. Багато добавок поєднують кілька технологічних функцій, які по-різному проявляються в такій складній, мобільній гетерогенній системі, як тісто. Наприклад, добавка сульфатів кальцію (E516) може проявляти себе як комплексоутворювач, затверджувач, диспергуючий агент або активатор ферментних препаратів. Крім того, дія покращувача буде проявлятися неоднаково в залежності від складу, дозування, способу і стадії його використання, а також від умов проведення механічних та теплових процесів у виробництві хліба. Підкислюючі добавки (сухі або рідкі закваски) використовуються в основному для виробництва житніх і житньо-пшеничних сортів хлібобулочних виробів.

Поліпшувачі окисного дії. Вони застосовуються в борошномельній і хлібопекарському виробництві для прискорення дозрівання і відбілювання борошна; для поліпшення якості хліба з слабкого по силі борошна, а також для

освітлення м'якушки хліба. Окисні агенти умовно відносять до трьох груп – А, В і С.

Група А – відбілювальної дії: відбілює, але не впливає на дозрівання борошна (перекис бензоїлу, перекиси жирних кислот, інші органічні перекиси, ферментні препарати і ін.).

Група В – підсилюючої дії: збільшує обсяг, покращує структуру і колір м'якушки, але не колір борошна (аскорбінова, бурштинова, молочна кислоти, азодикарбонамід, перекис кальцію і ін.).

Група С – сумарної відбілювальної і підсилюючої дії: відбілює і прискорює дозрівання борошна (кисень, озон, оксиди азоту, двоокису азоту, хлору та ін.).

Окисні агенти змінюють стан білковопротеїназного комплексу і «слизу» борошна в сторону підвищення її сили, поліпшення структурно-механічних властивостей тіста, збільшення його газо- і формоутримуючої здатності, питомого об'єму хліба, зменшення распливчасті подових виробів.

В технології хлібопекарського виробництва знаходять застосування: аскорбінова кислота (Е300), перекис кальцію (Е930), азодикарбонамід (Е927а), перекис бензоїлу (Е938), сульфат кальцію (Е516), продукти з ліпоксігеназного активністю (соєве борошно та ін.), ферменти окислювальної дії (оксидази, перокси-дази) і ін.

Аскорбінова кислота (АК) окиснює каротиноїди борошна, формує просторово-сітчасту структуру клейковини. За участю аскорбіноксидази вона перетворюється в дегідроаскорбінову кислоту, активно окислюються тіолові групи білкових ланцюжків клейковини з утворенням дисульфідних зв'язків як всередині білкового ланцюга, так і між сусідніми ланцюжками. Ефект дії аскорбінової кислоти посилюється у присутності ензиматично активного соєвого борошна. Аскорбінова кислота необхідна при використанні борошна зі слабкою клейковиною, з підвищеною автолітичною активністю, борошна із зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, а також морозобійного зерна.

Аскорбінова кислота сприяє відбілюванню м'якушки, збільшення формостійкості тестових заготовок в наслідок розстійки і випічки, покращує структурномеханічні властивості тіста.

Надмолочна кислота додається в кількості 0,5%, що значно стабілізує і зміцнює тісто. В цьому відношенні вона більш ефективна, ніж АК, взята в прийнятих співвідношеннях.

Ізоаскорбінат натрію застосовується в якості заміни АК при переробці пшеничного борошна з дефектного зерна.

Перекис кальцію (CaO_2). Речовини, що містять кальцій, зміцнюють структуру тіста і збільшують його водопоглинальну і газотримуючу здатність. Початком перекису кальцію не є іони кальцію, а кисень, який легко віддється. Оптимальне дозування CaO_2 залежить від властивостей клейковини, сорту борошна і складає 0,0025 – 0,005% для борошна вищого сорту; 0,005–0,02% – для I сорту і 0,02–0,03% – для II сорту.

Azodikarvoamid (АДА) покращує властивості тіста з свіжезмолотого борошна замість тривалої її відліжки. Дозування АДАу окремих випадках становить 0,0002–0,0045% до маси борошна. Чим більше в борошні висівок, тим вище дозування АДА. Новий продукт – інкапсульований АДА більш ефективний на останніх стадіях тістоприготування.

Продукти з ліпоксігеназною активністю – соєве з знежиреного і термічно необробленого борошна, клітинний сік картоплі, олійні та зернобобові культури, горох та ін., які містять фермент ліпоксігеназу. У присутності кисню повітря відбувається окиснення поліненасичених жирних кислот (лінолеву, ліноленову і арахідонову) з утворенням гідроперекисів, з яких утворюється атомарний кисень, що окисляє тіолову групу клейковини. Позитивний ефект супроводжується висвітленням м'якушки виробів завдяки окисленню і знебарвлення пігментів борошна. Дозування може становити 0,3–1,0%.

Ферменти окисного дії. Ферменти оксидази, пероксидази та ін. покращують газоутримуючу здатність і стабільність тіста при обробленні і остаточній розстійці, в наслідок чого підвищується якість готових виробів.

Поліпшувачі відновної дії. Вони впливають на фізичні властивості пшеничного тіста протилежно дії окислювачів. Відновлювачі збільшують розтяжність клейковини і знижують її пружність, прискорюють дозрівання тіста і покращують якість хліба з борошна з надмірно крихкою або клейковиною, що коротко рветься.

До даної групи можна віднести тіосульфат натрію (E539), L-цистеїн та його калієві і натрієві солі (E920), глутатіон (в його відновленій формі), ферментні препарати (що володіють відновлювальних дією), різні види деструктурованії клейковини, сухі екстракти оброблених хлібопекарських дріжджів.

Тіосульфат натрію (гіпосульфит, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.) вищого або I сорту застосовують в кількості 0,001–0,002% до маси борошна в залежності від способу випічки хліба (подовий або формовий).

L-цистеїн вводять в кількості 0,005–0,015% до маси борошна. Дія цього препарату посилюється, якщо його попередньо активувати протягом 10–15 хв в водно-борошняної суспензії вологістю 65–70% при 31–35°C.

Глутатіон є трипептид, до складу якого входить залишок цистеїну, що містить групу – SH. Він міститься в зерні, борошні і в значній кількості в дріжджах. Глутатіон у відновленому стані здатний розслабляти клейковину, покращувати структурно-механічні властивості тіста з борошна, що володіє міцною клейковиною.

Поверхнево активні речовини (ПАР). Це речовини, здатні адсорбуватися на поверхні розділу двох фаз, знижуючи поверхневий натяг. У хлібопеченні ПАР виконують подвійну функцію:

- емульгаторов – для емульгування жиру, який додається в тісто, щоб поліпшити його розподіл по всій масі тіста і підвищити засвоюваність хліба;

- хлебопекарного покращувача – для стимулювання процесу бродіння.

ПАР в залежності від характеру впливу на структурномеханічні властивості тіста і готового виробу поділяються на дві групи: зміцнювальні властивості клейковини (аніоноактивні) і формують оптимальні структурні властивості м'якучки виробів (неіоногенних і амфолітних).

Аніонний емульгатор зміцнюють клейковину, перешкоджають її протеолізу, що підвищує газоутримуючу здатність тесту на стадіях кінцевого вистоювання і початкового періоду випічки. Крім того, тісто стає більш щільним, краще піддається обробленню та формуванню тестових заготовок, що в кінцевому рахунку підвищує питомий об'єм готових виробів.

Неіоногенні і амфолітні ПАР, навпаки, послаблюють тісто, знижують його пружність і підвищують еластичність клейковини.

В останні час встановлена ефективність застосування в хлібопекарському виробництві цілого ряду ПАР, зокрема аніоноактивних: стеароїл-молочної кислоти, ефірів молочної кислоти і високомолекулярних жирних кислот з різною довжиною вуглецевого ланцюга, ефірів моногліцеридів і стеаринової кислоти, ефірів моногліцеридів і діацетілвінної кислоти, ефірів сорбіту, стеароїлцитрата (складного ефіру стеаринової та лимонної кислот); неіоногенних: моногліцеридов жирних кислот і їх ефірів, ефірів пропиленгліколя і вищих жирних кислот; амфолітними: фосфатидних соняшникового концентратів, лецитину соєвих бобів, лецитину яєць і лецитину, отриманого з соєвого масла.

Ферментні препарати. Призначення ферментних препаратів полягає в тому, щоб формувати біохімічні процеси, які каталізуються ферментами, що містяться в препараті.

Як ферментні препаратів використовуюються наступні: солод (джерело α -амілази, протеолітичних та інших ферментів), препарати з активними ферментами – α -амілазою, глюкоамілазою (лактазою), цитолітичеських і целюлітичеськімі системами (пентозаназу, геміцелюлазу, α -глюканаза

і т. д.), глюкозооксидазою і ін.

Так, ферменти α -амілаза і гемицелюлаза беруть участь в розщепленні крохмалю до простих цукрів, які необхідні для кращого харчування дріжджів, підвищення водопоглинаючої і газоутворюючої здатності тіста, забезпечення стабільності тістових заготовок, запобігання затягуванню тіста. Ферменти також сприяють утворенню більшого питомої об'єму хліба, отриманню тонкої скоринки, уповільненню процесу черствіння, підвищенню еластичності м'якушки і поліпшенню структури пористості.

У разі слабкого борошна потрібно одночасно з ферментними препаратами додавати і окисні агенти, так як в ферментних препаратах можуть міститися протеази, які значно ослаблюють клейковину. Ферментні препарати рекомендується додавати в опари або закваски для того, щоб ферментативні процеси, що поліпшують хліб, проходили триваліше. Дозування ферментних препаратів для поліпшення пшеничного хліба

0,001 – 0,0015% до маси борошна, для поліпшення якості житнього хліба – 0,902 – 0,05% від маси борошна. Перед застосуванням ферментні препарати розчиняють у воді температурою 30 °С.

Модифіковані крохмалі. У хлібопеченні модифіковані крохмалі використовують для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста, уповільнення черствіння хліба. Залежно від способу отримання їх класифікують на розщеплені крохмалі – гідролізовані (кислотами або ферментами) і окислені (перманганатом калію, гіпохлоритом кальцію і ін.); ефіри крохмалю – складні (фосфатні, ацетатні, оксіалкельні) і прості (карбоксиметилкрохмаль); зшиті крохмалі (хлорокисью фосфору, епіхлорігідрилом і ін.) і ті що набухають (екструзійні та після вальцьової сушки).

Існує дев'ятнадцять різних найменувань модифікованих крохмалів (E1400 – E1405, E1410 – E1414, E1420 – E1423, E1440, E1442, E1443, E1450).

Для технології хлібопекарського виробництва практичне значення мають окислені крохмалі, які використовуються як засіб поліпшення якості виробів.

Застосування модифікованих крохмалів різних марок підвищує гідрофільні властивості борошна і підсилює процес зміни білків клейковини в тісті в потрібному напрямку, що забезпечує поліпшення структурно-механічних властивостей тіста та якості хліба: обсяг хліба зростає на 10 – 20%, поліпшується структура пористості, м'якуш стає більш еластичним і світлішим. Хліб зберігає свіжість більш тривалий час, ніж без добавок. Сушки і бублики мають більш яскраве забарвлення, поліпшуються їх крихкість і намокаемость.

Суха пшенична клейковина. Під клейковиною розуміють гідратовану білкову, зв'язну, пружно-пластичну, здатну розтягуватися масу, одержувану при відмиванні її водою з пшеничного тіста. У пшеничному тісті набряклі нерозчинні в воді білки (гліадин і глютенін) утворюють безперервну губчато-сітчасту структурну основу (каркас), яка в значній мірі обумовлює фізичні властивості тіста і силу борошна.

В середньому клейковина складається з наступних компонентів (в% до сухих речовин клейковини): білкові речовини – 80–85; жир – 2–4; мінеральні солі – 1–2; клітковина – 1–2; вуглеводи (крім клітковини) – 7–9. Крім того, до складу клейковини входять ферменти борошна, вітаміни та ін. Розрізняють клейковину сирю – відмиту разом з поглиненою після замісу тіста водою і суху – після висушування. Вміст сирієї клейковини в борошні вищого сорту не менше 28%; I сорту – 30%; II – 25%; шпалерного – 20%.

Суху клейковину одержують або на спеціальних підприємствах, або на заводах крохмального виробництва як побічний продукт при переробці пшениці на крохмаль. Розроблено близько 15 схем технологічного процесу поділу пшениці на клейковину і крохмаль, що розрізняються по виду вихідної сировини (зерно, борошно), методу відділення крохмалю від клейковини

(механічний, хімічний, ферментативний) і якістю клейковини (нативна або денатурована).

Суша пшенична клейковина використовується для поліпшення хлібопекарських властивостей борошна з низьким вмістом клейковини, при переробці пшеничного борошна з клейковиною слабкої по силі, при приготуванні здобних виробів (рулети, булочки), листових дріжджових виробів (круасани), виробів на основі заморожених напівфабрикатів, для виробництва дієтичних (діабетичних) сортів хліба, а також як компонент комплексних хлібопекарських покращувачів. Функціональні властивості сухої клейковини полягають у високій адсорбційній здатності, освіті стабільної просторової структури і її термоустойчивості до 85°C.

Застосування сухої клейковини підвищує водопоглинальну здатність тіста, покращує структурно-механічні властивості напівфабрикатів і якість хліба, збільшує термін збереження його свіжості, підвищує вихід на 2–8%. Оптимальні дозування сухої пшеничної клейковини становлять 2–4% до маси борошна, при одночасному збільшенні вологості тесту на 1–3%.

Мінеральні солі. До мінеральних добавок відносять ряд хімічних елементів (натрій, магній, фосфор, сірка, калій, кальцій, залізо, мідь, цинк, марганець), здатних поліпшувати хлібопекарські властивості борошна і інтенсифікувати процес бродіння напівфабрикатів. До таких сполук відносяться деякі мінеральні солі, які регулюють життєві процеси дріжджової клітини і впливають на властивості тіста – фосфорнокислі солі амонію, калію і магнію, хлорид кальцію, глюконат і лактат кальцію, поліфосфати, триполіфосфат натрію.

Консерванти. Проблема подовження свіжості хлібубулочних виробів пов'язана з уповільненням процесів черствіння, стабілізації вологості і запобіганням мікробіологічного псування готових виробів. Консервація хлібубулочного виробу – це комплекс технологічних заходів, що дозволяють зберегти споживчі властивості виробу при зберіганні. Консервація може

здійснюватися шляхом обробки спиртом його поверхні з подальшим пакуванням, шляхом теплової обробки (в одну, дві і більше стадій) упакованого виробу, стерилізацією (шляхом введення в рецептуру виробу консервують речовин). Такі харчові добавки, як ферментні препарати, емульгатори, харчові гідрокооллоїди, запобігають процесам ретроградації крохмалю і продовжуючи свіжість хлібобулочних виробів. Для запобігання розмноження бактерій, цвілі і дріжджів в харчових середовищах знаходять поширення консерванти – бензойну і сорбінову кислоти і їх солі, а також оцтову, пропіонову кислоти і інші речовини.

Прянощі. Для додання хлібобулочним виробам приємного вигляду і специфічного аромату застосовують прянощі рослинного походження, смак і аромат яких обумовлені ефірними маслами, що містяться в них, глюкозидами і алкалоїдами. У якості прянощів застосовуються різні частини рослин: плоди (тмин, аніс, коріандр, кардамон); насіння (мак, кунжут, мускатний горіх); квіти (шафран, гвоздика); кора (кориця). Прянощі надходять на підприємства у вигляді цілого насіння, паличок, подрібнених частинок або порошку. Вони можуть використовуватися при замішуванні тіста, у вигляді посипань поверхні виробів, можуть входити до складу начинок.

Ароматизатори. Харчовий ароматизатор – це добавка, яку вносять в харчовий продукт для поліпшення його аромату і смаку, і представляє собою смакоароматичну речовина або суміш смакоароматичних речовин з розчинником або сухим носієм (наповнювачем) і без них.

Ванілін отримують синтетично. Він являє собою білий або світло-жовтий порошок, що складається з голчастих кристалів, що володіють характерним ванільним запахом. За хімічною структурою ванілін є ароматичним альдегідом. Плавиться при температурі 80,5–82°C, розчиняється в двадцятикратном кількості води при температурі 80°C і дає прозорий безбарвний розчин. В одній частині 95% -го спирту розчиняються при слабкому нагріванні 2 частини ваніліну. У порошку повинно міститися

ваніліну не менше 99%, а при його отриманні з лигносульфонатов – не менше 98,5%.

Ванільний цукор являє собою сахаропесок або цукрову пудру, ароматизовану ваніліном або арованілоном. Колір – білий або злегка жовтуватий, запах – явно виражений ванільний, смак – солодкий з гіркуватим присмаком, властивим ваніліну. У ванільному цукрі повинно міститися $(2,5 \pm 0,2)\%$ ваніліна або не менше 0,625% арованілона; сторонні домішки не допускаються. Вологість – не більше 0,2%.

Есенції відносяться до ароматизаторів, тобто речовин з сильним і приємним запахом, що додається в тісто для поліпшення аромату виробів. Ароматичні есенції – це прозорі рідини, що представляють собою водно-спиртові або спиртові розчини натуральних або синтетичних ароматичних речовин.

Комплексні хлібопекарські поліпшувачі. Ці поліпшувачі представляють собою суміш з натуральних компонентів (окислювачів, відновників, ПАР, ферментних препаратів, модифікованих крохмалів, мінеральних солей і ін.), Рівномірно розподілені в борошні з додаванням інертного наповнювача (крохмаль, суха пшенична клейковина, соєве борошно, суха молочна сироватка, сухе знежирене молоко і ін.). Деякі наповнювачі можуть бути також функціональними компонентами (соєве борошно, пшенична клейковина та ін.).

Застосування комплексних покращувачів дозволяє одночасно впливати на білок і крохмаль, підвищувати поліпшувальний ефект завдяки явищу синергізму при окремих поєднаннях покращувачів, зменшувати дозування дорогого покращувача, не знижуючи його дії. Поліпшувачі нівелюють окремі відхилення в якості вихідної сировини і в технологічному процесі приготування хліба таким чином, що це вже не робить негативного впливу на якість готової продукції. В цілому використання поліпшувачів є ефективним засобом коригування хлібопекарських властивостей борошна, оптимізації та

інтенсифікації технологічних процесів, отримання тіста з певними реологічними властивостями, стабілізації якості виробів, продовження їх свіжості, розширення асортименту, а також поліпшення економічних показників виробництва, зниження собівартості продукції.

Сучасний ринок має великий асортимент комплексних покращувачів широкого спектру дії вітчизняного і закордонного виробництва. Вони відрізняються складом (наявністю різних ензимів, емульгаторів та інших інгредієнтів), дозуванням, ефективністю, універсальністю і т. д. Головними факторами при використанні цих поліпшувачів є фізіологічна безпека, ефективність і ціна.

Асортимент покращувачів включає: Амілокс, Лецітокс, Люкс, Екстра Берізка, Кедр (Хлібне дерево), Мажімікс (серія покращувачів для різних видів хліба і технологій «Лесафр»), Прима Пан («Пуратос»), Новаміл («Ново Нордіск») і багато інших.

Умовно можна виділити два види поліпшувачів: універсальні і спеціальні. Універсальні призначені для будь-якого виду тіста (пшеничного, житнього, житньо-пшеничного), що готується за прискороною і традиційною технологією періодичним або безперервним способом. Спеціальні призначені для: здобного тіста з підвищеним вмістом (більше 14%) цукру і жиру; швидкозамороженого тіста; виробів з листового тіста (круасанів та ін.); борошна з пророслого зерна або ураженого клопом-черепашкою; борошна, зараженого картопляною хворобою; борошна з клейковиною, що коротко рветься і ін.

Склад полікомпонентних (комплексних) покращувачів: наповнювачі (борошно пшеничне, соєве, крохмаль і ін.); окислювачі; відновники; ферменти (ензими); емульгатори (ПАР); солодове борошно; солодовий екстракт; модифіковані крохмалі; сульфат кальцію; карбонат кальцію; кальцію пропіонат; фосфорнокислий кальцій; хлористий амоній; вуглеводи (сахароза, глюкоза); лецитин; борошно соєве; кислоти (лимонна, молочна та ін.);

білоквміщені добавки (суха клейковина, сухе молоко, рослинний білок та ін.); гідрогенізовані рослинні масла і ін.

Хлібопекарські поліпшувачі – порошки білого кольору з кремовим відтінком або кремового кольору з нейтральним або злегка кисловатим смаком, без запаху або з легким запахом сої або іншого компонента покращувача.

Використання поліпшувачів дає наступні переваги:

- скорочується тривалість тістоприготовлення (за рахунок виключення або скорочення бродіння і ін.);

- зміцнюється клейковина або компенсуються інші недоліки якості борошна;

- збільшується водопоглинальна здатність тіста і підвищується вихід виробів;

- підвищується стійкість тіста під час замісу, бродіння тіста і оброблення;

- поліпшуються реологічні властивості (в'язкість, пластичність, пружність) тіста, що покращує структуру м'якушки і вихід готового продукту;

- забезпечується хороша ферментація тіста, підвищена активність роботи дріжджів (за рахунок амілолітичних ферментів, постійно забезпечується наявність необхідної кількості цукру);

- зменшуються витрати сухих речовин при бродінні;

- підвищується рівень газоутворення в тісті на 40% і вище;

- тісто виходить сухе, еластичне, зі зниженим ефектом залипання при обробленні на тістоформуючому обладнанні;

- поліпшується формостійкість тістових заготовок при остаточній розстойці і випічці;

- дріжджове тісто набуває свіжості і приємного запаху;

- стабілізуються властивості напівфабрикатів при їх заморожуванні;

- можливість скорочення витрат жіропродуктов в тісті в 2 і більше разів без погіршення смакових властивостей;

- застосовується рецептура з меншим вмістом цукру (за рахунок присутності амілолітичних ферментів);

- збільшується питомий об'єм виробу в 1,5–2 рази;

- знижується крошковатість м'якучки і поліпшується його структура;

- відбілюється м'якиш і збільшується його пористість;

- сприяє утворенню хрусткої, тонкої, золотистої скоринки;

- подовжуються терміни зберігання готової продукції на 2–3 доби за рахунок уповільнення процесу черствіння;

- поліпшуються смак і запах готового продукту;

- підвищується харчова цінність продукту;

- запобігає мікробіологічному псуванню виробів в процесі зберігання до 3–4 діб.

Рекомендації з ефективного використання комплексних хлібопекарських покращувачів наступні.

1. Вибирати марку і дозування покращувача за рекомендацією виробника з урахуванням якості борошна, виду виробів, прийнятої технології і наявного обладнання.

2. Використовувати безопарний прискорений спосіб з інтенсивним (3–10 хв) або тривалим (15–25 хв) замісом тесту (в першому випадку використовувати тістомісильні машини марки Ш2-ХТА, Р3-ХТИ, «Діосна», «Полин», Гостол і ін., у другому випадку – А-2-ХТБ та ін.). Інтенсивний вид замісу характеризується невеликою тривалістю, значним захопленням кисню повітря тістом і великою витратою питомої енергії на заміс тісту. При цьому компоненти покращувача повніше впливають на белковопротеїназний і вуглеводно-амілазний комплекси борошна і рецептурні компоненти тіста, сприяють швидкому утворенню і структуризації клейковинного комплексу. Прискорення окислювально-відновних процесів, зшивання білкових макромолекул білка поперечними дисульфідними і іншими зв'язками і т. д. Оптимізує і зміцнює клейковинний каркас, робить його більш міцним і

еластичним, дозволяє збільшити ступінь гідратації використовуваного борошна.

3. Збільшувати дозування дріжджів при інтенсивному замісі і скороченому тістоприготуванні, а також при приготуванні замороженого тіста.

4. Збільшувати дозування води, тим самим підвищуючи вологість тесту на 1–2%. Це пов'язано з тим, що використання покращувача підвищує водопоглинальну здатність і набухаємість борошна, що забезпечує збільшення об'єму хліба, а також його виходу на 10% і більше.

5. Здійснювати приготування тіста при більш низьких температурах в межах 25 – 27 °С.

6. Скоротити тривалість бродіння тіста до 20–40 хв або повністю виключити його.

7. Тривалість вистоювання тістових заготовок збільшити до 60–90 хв для отримання максимального ефекту дії покращувача.

8. Підвищити температуру вистоювання до 38–40°С і відносну вологість повітря до 80–85%.

Питання для самодіагностики знань

1. Охарактеризуйте розвиток кондитерської промисловості в Україні.
2. На які групи і підгрупи поділяються борошняні кондитерські вироби.
3. Прокоментуйте напрями застосування основних видів сировини у виробництві борошняних кондитерських виробів.
4. Яким чином функціональні інгредієнти впливають на створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення? Охарактеризуйте біологічно-активні добавки, які застосовують у виробництві борошняних кондитерських виробів.
5. Дайте характеристику нетрадиційним видам сировини, за допомогою якої здійснюють регулювання складу і властивостей борошняних кондитерських виробів.
6. Охарактеризуйте інноваційну сировину у кондитерській галузі.

7. Як стабілізаційні комплексні суміші впливають на якість харчових виробів? Наведіть приклади їх застосування.
8. Охарактеризуйте нетрадиційну сировину, яку використовують підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів (кексів).
9. Обґрунтуйте використання нетрадиційних видів борошна у кондитерському виробництві. Наведіть найбільш впливові характеристики таких видів борошна.
10. Наведіть основні чинники, що визначають конкуренто-спроможність кондитерських виробів.
11. Охарактеризуйте хлібопекарські поліпшувачі різного принципу дії.

3. ЗАСТОСУВАННЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

3.1. Консервування заквасок за допомогою заморожування в технології хлібобулочних виробів. Заморожування частково випечених житньо-пшеничних напівфабрикатів

Одним із способів консервування заквасок в умовах вимушеної перерви у виробництві є спосіб заморожування у вигляді сформованих напівфабрикатів невеликої маси. З метою покращання підйомної сили густих заквасок рекомендовано використовувати сухі молочно-кислі закваски. Дозують сухі закваски згідно рекомендацій виробника. Прикладом такої закваски є препарат «Цитоферм», до складу якого входять молочнокислі бактерії *Lactobacillus casei* та *Lactobacillus acidophilus*. Покращує підйомну силу заквасок внесення жирів, олії в кількості 3% до маси борошна. Жири утворюють комплекси з білками борошна і покращують пластифікацію тіста. Поряд з цим вони огортають мікроорганізми тіста, укріплюють структуру їх мембрани, внаслідок цього дріжджі менше піддаються руйнуванню кристалами льоду.

Частково випечені напівфабрикати заморожують масою 0,35–0,7 кг. Тісто готують за прийнятою на підприємстві технологією: на густих, рідких заквасках або заквасках-підкислювачах. Під час замішування тіста дріжджі додають згідно рецептури. Дозування солі доцільно збільшити до 2%. Тісто дозріває до готовності. Вистоювання тістових заготовок проводять без скорочення тривалості, до повної готовності. Вистояні тістові заготовки випікають до готовності 75–90%, далі їх охолоджують до температури

30–40°C і заморожують в камері за температури мінус 30–35 °С. Швидкість повітря в камері становить 1,5 м/с (пшеничні напівфабрикати заморожують за швидкості повітря 4 м/с). Швидкість зниження температури залежить від вологості. За даними досліджень перший період – період охолодження від початкової температури до температури початку кристалізації рідкої фази складав 40 хв для заготовок вологістю 40% та 25 хв для заготовок вологістю 25%. Другий період – період максимальної кристалізації, для заготовок вологістю 40% складав 75 хв та 55 хв для заготовок вологістю 52%. Третій період – період заморожування до досягнення температури в центрі заготовки мінус 18°C, для заготовок вологістю 40% складав 125 хв та 95 хв для заготовок вологістю 52%. Загальна тривалість заморожування напівфабрикатів вологістю 40% складала 240 хв, а напівфабрикатів вологістю 52% – 175 хв. За оптимальної вологості тіста 48–49% швидкість заморожування має бути 1,2–1,4°C/хв. Зберігають заморожені частково випечені напівфабрикати за температури мінус 12–18°C. У разі потреби розморожування (маса виробу 0,7 кг) проводять за кімнатної температури протягом 5–6 год, в печі НВЧ – 20 хв. Тривалість допікання залежить від ступеню готовності виробу (75 або 90%), його маси та конструкції печі або пароконвектомату і становить 5–15 хв.

Заморожування житньо-пшеничних напівфабрикатів має свої особливості. Встановлено, що оптимальна якість виробів після замішування була за співвідношення житнього обдирного борошна та пшеничного першого сорту 60:40 і 70:30 (найкраща пористість та стискаємось м'якушки). Вимоги до якості пшеничного борошна такі ж як при заморожуванні пшеничних напівфабрикатів: вміст клейковини – 30–32%, за якістю хороша; амілолітична активність за числом падіння – не менше 300 с; вміст ушкоджених крохмальних зерен не більше 8%, тоді як за звичайної технології не більше 15%. Житнє борошно повинно мати крупність 85–95 мкм.

За більшої крупності погіршується стан м'якушки, вона стає більш грубою, товстостінною. При надто тонкому помелі – м'якушка липка.

Найчастіше житньо-пшеничних напівфабрикати заморожують після вистоювання або після часткового випікання, рідше – після поділу на шматки. Низькі температури негативно впливають на мікроорганізми. Після розморожування знижується активність молочно-кислих бактерій та погіршується підйомна сила дріжджів, тому краще заморожувати напівфабрикати після вистоювання. В разі заморожування тістових заготовок після вистоювання, тісто готують з масовою часткою вологи 48–49% на густих або рідких заквасках, або підкислювачах з кислотністю 200–500 град. Зазначена масова частка вологи забезпечує достатньо високу швидкість заморожування та невеликий період кристалоутворення. Під час замішування тіста додають пресовані дріжджі в кількості 1–2%.

При більшій кількості вони конкурують з молочно-кислими бактеріями за живлення. Частота обертів місильного органу 70 об/хв (тістомісильна машина А2-ХТБ). Тривалість бродіння має бути мінімальною – не більше 15 – 20 хв. При заморожуванні після вистоювання тістові заготовки готують масою 350–700 г, тривалість вистоювання скорочують на 25%. Оскільки тісто має високу масову частку вологи (близько 48–49%), при повному вистоюванні погіршується їх формостійкість. Вистоювання тістових заготовок проводять на листах, на яких їх потім піддають заморожуванню. Заморожування тістових заготовок здійснюють у морозильній камері за температури мінус 35°C. Швидкість заморожування при цьому становить 1,2–1,4 °C/хв, тоді як пшеничних напівфабрикатів – 1 °C/хв. Це пов'язано з великою вологістю тістових заготовок (48–49%).

Чим більша вологість напівфабрикату, тим швидше він замерзає та досягається температура мінус 18°C в центрі заготовки. Заморожені тістові

заготовки пакують у поліетиленові або поліпропіленові плівки. Без пакування під час морозильного зберігання спостерігається значна втрата вологи. За потребою заморожені тістові заготовки розморожують на листах, на яких буде відбуватися випікання. Розморожування проводять за кімнатної температури, в печі НВЧ або у дефростаторі. Випікають тістові заготовки в малогабаритній печі або в пароконвектоматі.

При технології «відкладеного випікання» є ряд недоліків, таких як:

- погіршення показників якості допечених виробів;
- широке використання синтетичних поліпшувачів виробниками, що призводить до зниження попиту на продукцію.

На основі попередніх досліджень була удосконалена рецептура хлібобулочних напівфабрикатів та запропонована заміна синтетичних компонентів – емульгаторів та поліпшувачів окисної дії, аналогічними за технологічними властивостями інгредієнтами природного походження, а саме соняшниковим лецитином та екстрактом шипшини, який відрізняється високим вмістом аскорбінової кислоти.

Перед допіканням заморожених напівфабрикатів зазвичай проводять дефростацію, під час якої відбуваються часткові втрати вологи, що зменшує вихід хлібобулочних виробів. Тому для уникнення цих втрат досліджували можливість дефростації під час допікання напівфабрикатів.

Проаналізувавши отримані результати було виявлено, що при підвищеній температурі випікання, органолептичні показники дослідних зразків з дефростацією під час допікання кращі, ніж у контрольного зразка. Висока температура у 1 фазі та поступове зниження температури у 2 та 3 фазах випікання запобігає ризику появи рум'янцю поверхні до моменту повної коагуляції клейковини у центрі хліба.

Випікання при зниженій температурі у 1 фазі сприяє кращому пропіканню м'якушки в центрі виробу, утворюється скоринка, більш тверда і товста, без рум'янцю. Органолептичні показники зразків погіршуються в порівнянні з контрольними. Але у разі випікання напівфабрикатів при таких режимах доцільно проводити дефростацію при кімнатній температурі перед допіканням. Однак проведення дефростації при кімнатній температурі в порівнянні з дефростацією під час допікання, призводить до додаткових втрат вологи та в подальшому – до зниження виходу хліба.

Одним із способів консервування заквасок в умовах вимушеної перерви у виробництві є спосіб заморожування у вигляді сформованих напівфабрикатів невеликої маси.

З метою покращання підйомної сили густих заквасок рекомендовано використовувати сухі молочнокислі закваски. Дозують сухі закваски згідно рекомендацій виробника. Прикладом такої закваски є препарат «Цитоферм», до складу якого входять молочнокислі бактерії *Lactobacillus casei* та *Lactobacillus acidophilus*.

Покращує підйомну силу заквасок внесення жирів, олії в кількості 3 % до маси борошна. Жири утворюють комплекси з білками борошна і покращують пластифікацію тіста. Поряд з цим вони огортають мікроорганізми тіста, укріплюють структуру їх мембрани, внаслідок цього дріжджі менше піддаються руйнуванню кристалами льоду.

Частково випечені напівфабрикати заморожують масою 0,35–0,7 кг. Тісто готують за прийнятою на підприємстві технологією: на густих, рідких заквасках або заквасках-підкислювачах. Під час замішування тіста дріжджі додають згідно рецептури. Дозування солі доцільно збільшити до 2%. Тісто дозріває до готовності. Вистоювання тістових заготовок проводять без скорочення тривалості, до повної готовності. Вистояні тістові заготовки

випікають до готовності 75–90%, далі їх охолоджують до температури 30–40°C і заморожують в камері за температури мінус 30–35°C. Швидкість повітря в камері становить 1,5 м/с (пшеничні напівфабрикати заморожують за швидкості повітря 4 м/с). Швидкість зниження температури залежить від вологості. Перший період – період охолодження від початкової температури до температури початку кристалізації рідкої фази, складав 40 хв для заготовок вологістю 40% та 25 хв для заготовок вологістю 25%. Другий період – період максимальної кристалізації, для заготовок вологістю 40 % складав 75 хв та 55 хв для заготовок вологістю 52%. Третій період – період заморожування до досягнення температури в центрі заготовки мінус 18°C, для заготовок вологістю 40% складав 125 хв та 95 хв для заготовок вологістю 52%.

Загальна тривалість заморожування напівфабрикатів вологістю 40% складала 240 хв, а напівфабрикатів вологістю 52%–175 хв. За оптимальної вологості тіста 48–49% швидкість заморожування має бути 1,2–1,4 °C/хв.

Зберігають заморожені частково випечені напівфабрикати за температури мінус 12–18°C.

У разі потреби розморожування (маса виробу 0,7 кг) проводять за кімнатної температури протягом 5–6 год, в печі НВЧ – 20 хв. Тривалість допікання залежить від ступеню готовності виробу (75 або 90%), його маси та конструкції печі або пароконвектомату і становить 5–15 хв.

Сенс впливу низьких і негативних температур на тістові заготовки полягає в уповільненні або повній зупинці процесу бродіння в напівфабрикаті і його тривалому зберіганні з можливістю подальшого випікання готової продукції в точках продажу без втрата смаку продукту, тобто використовується технологія відтермінованого випікання.

Хлібопекарська промисловість використовує кілька видів швидкого заморожування.

Швидкість заморожування впливає на життєздатність дріжджів: повільне заморожування дозволяє дріжджам адаптуватися до низьких температур, переносячи внутрішньоклітинну воду на лід за межами клітини; при швидкому заморожуванні в клітинних мембранах утворюються кристали льоду, потім при розморожуванні відбувається вторинна кристалізація, пошкоджуючи клітини дріжджів.

Дослідження технологів показали, що заморожувати напівфабрикати до твердого стану недоцільно, оскільки це скорочує термін їх зберігання при низьких температурах і збільшує тривалість розстоювання розморожених напівфабрикатів. Для збереження якості заморожених напівфабрикатів необхідно забезпечити однакові температури заморожування та зберігання, оскільки нижча температура зберігання негативно впливає на життєздатність дріжджів.

Третій метод заморожування – шокова заморозка свіжоспечених виробів. При цьому способі, після повного випікання, вироби (булочки для гамбургерів, бутерброди, пончики, берлінці, пироги з начинкою) охолоджують і заморожують при температурі мінус 25–30°C для подальшого розігріву в торгових точках – магазинах, закладах сектору HoReCa (ресторани, кафе, готелі тощо), мережах швидкого харчування.

3.2. Поширення низькотемпературних технологій в країнах світу

У країнах з розвинутою технікою і технологією в хлібопекарській промисловості широко впроваджується технологія виготовлення виробів із попередньо заморожених тістових заготовок. Ця технологія базується на уповільненні чи тимчасовому припиненні життєдіяльності мікроорганізмів у тісті при його замороженні та обумовлює зберігання тістових заготовок від

кількох днів до 3–5 місяців. За цією технологією виготовляють в основному дрібноштучні булочки та здобні вироби.

Для заморожування тістових заготовок використовують камери шокової заморозки. У процесі заморожування відбуваються зміни зі складовими тістової системи. Найбільшого впливу в процесі заморожування зазнають дріжджі. Під дією низьких температур вільна вода тіста та внутрішньоклітинна рідина дріжджів починає кристалізуватися. Утворені кристали льоду здатні руйнувати дріжджові клітини та знижувати їх бродильну активність. Під дією низьких температур зазнають певного руйнування білки та ферменти. Заморожування зумовлює часткову денатурацію білків внаслідок виморожування води, зв'язаної ними.

Під впливом механічної дії кристалів льоду відбувається руйнування і перебудова міжмолекулярних зв'язків, змінюється фракційний склад білків, відбувається укріплення клейковини, знижується її гідратаційна здатність, підвищується пружність, знижується кількість клейковини, що відмивається після розморожування тіста. Це призводить до погіршення структурно-механічних властивостей тіста після розморожування (воно розріджується) та зниження газотримувальної здатності та формостійкості тістових заготовок.

Заморожування викликає часткове інактивацію ферментів. В зв'язку з цим у тісті після розморожування менше накопичується цукрів, погіршується склад живильного середовища для мікроорганізмів. Погіршення характеристик тіста в результаті заморожування зумовлює зниження якості готових виробів. Для отримання високих споживчих властивостей виробів із заморожених напівфабрикатів необхідно використовувати високоякісні борошно та дріжджі, забезпечити оптимальні технологічні параметри під час кожної операції, застосовуючи різні технологічні заходи та харчові добавки.

Використання мікроорганізмів лежить в основі багатьох технологій, в тому числі і в хлібопекарській промисловості. Поряд з цим основною причиною

псування сировини, напівфабрикатів, готової продукції є мікробіологічні та ферментативні процеси. Тому в основі консервування лежить принцип уповільнення або припинення життєдіяльності мікроорганізмів та інактивація ферментів.

Поширеними методами консервування є:

- консервування продукту у регульованому газовому середовищі;

- консервування шляхом створення у середовищі високого осмотичного тиску. Так, під тиском великих концентрацій цукру, солі відбувається плазмоліз клітин мікроорганізмів, вони втрачають можливість розмножуватись і викликати псування (перекисання);

- застосування теплової обробки продукту: пастеризація – прогрівання до температури, меншої за 100°C (пастеризація молока, упакованого хліба); стерилізація – прогрівання до температури вищої за 100°C, за якої гинуть мікроорганізми та їх спори (молоко, риба, консерви); сушіння – при вологості продукту 8–14% життєдіяльність мікроорганізмів і дія ферментів практично призупиняються (сухарні вироби, вологість яких складає 8–10%, бубличні – сушки, баранки, бублики, вологість яких складає 9–27%).

Низькотемпературне оброблення здійснюється шляхом охолодження та заморожування. При охолодженні продукт не замерзає, але в ньому уповільнюються процеси дихання, знижується активність мікроорганізмів і ферментів. (Так, дріжджі активні за температури 28–32°C). При заморожуванні вода перетворюється в лід. Мікроорганізми позбавляються можливості використовувати поживні речовини, які знаходяться у твердому середовищі (лід), припиняється активність ферментів.

Після розморожування мікроорганізми поновлюють свою життєдіяльність. За вибору способу консервування враховують його вплив на якість продукту. В технології хлібопекарського виробництва одним із способів

пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів і ферментів є охолодження (зберігання за низьких температур, але вищих за 0°C).

Охолодження і заморожування тіста розширює його функціональність. Охолодження застосовується для короткочасного зберігання (декілька діб), а заморожування – для тривалого (16 – 24 тижні).

Європейські пекарні при виробництві багатьох видів хліба охолоджують тісто до температури 5–7°C. Таке тісто повністю зберігає свою функціональність протягом 48 год. Тісто, що піддають охолодженню, готують безопарним способом, його температура складає 21°C. Після замісу ділять на шматки, укладають у форми і розміщують у холодильній камері за температури 5–7°C. Після охолодження витримують при кімнатній температурі, а потім розміщують у шафі для вистоювання.

Іноді охолоджують тістову масу. В такому разі її ділять на шматки масою 2,5–4,5 кг для полегшення охолодження. У разі охолодження здобного тіста дозують тим більше дріжджів, чим більше цукру і жиру.

Бродіння тіста до охолодження має бути мінімальним. В літературних джерелах є дані, що охоложене тісто для піци більш пластичне, круасани з охолодженого тіста мають хороший смак і більш шаровану структуру.

Серед останніх досягнень слід виділити спосіб приготування тіста на холодній опарі – охолодженому дріжджовому напівфабрикаті з такими технологічними параметрами: температура 20–22°C, вологість 43–45%, тривалість бродіння 10–12 год. За цього способу покращуються структурно-механічні властивості тіста (консистенція, еластичність, пружність), газоутворювальна і газоутримувальна здатності, об'єм виробів. Цей спосіб рекомендовано для виробництва хліба з подовженим терміном зберігання (10–12 діб).

Житні закваски у разі необхідності охолоджують до температури 10–

13°C і зберігають за цієї температури до наступного використання. В екстремальних випадках на хлібозаводах рекомендується охолоджувати рідкі опари, закваски до 12–15°C.

За даними ЮНЕСКО, у міжнародному прогнозі «Харчування 21 століття» заморожування харчових продуктів визнано одним з найбільш прогресивним способом переробки і консервування харчової сировини.

Низькотемпературні технології передбачають заморожування і зберігання у замороженому стані напівфабрикатів або готової продукції з метою їх консервування. Заморожування харчових продуктів – це процес повного або часткового перетворення в лід води, що міститься в них, шляхом відводу тепла при зниженні температури нижче криоскопічної (температура початку замерзання). Під час утворення льоду уповільнюється дифузійне переміщення розчинених у воді речовин. Внаслідок цього припиняється живлення мікроорганізмів. При заморожуванні гальмуються або припиняються мікробіологічні, біохімічні, колоїдні процеси в об'єкті заморожування, що зумовлює збереження властивостей цього об'єкту. Поява технології в хлібопеченні відноситься до 80-х років минулого століття. Впроваджується вона здебільшого на великих підприємствах, які поставляють заморожені напівфабрикати або готову продукцію в пункти кінцевого випікання або морозильного зберігання – це супермаркети, мініпекарні.

Поширення низькотемпературних технологій в хлібопекарській і кондитерських галузях зумовлено тим, що за цих технологій:

- випікання виробів з заморожених напівфабрикатів дозволяє економити час, площі та спеціальне обладнання для їх приготування;

- зручним є використання цих напівфабрикатів для домашнього хлібопечення;

- створюються умови оперативного реагування на потреби ринку;

- можливість централізовано контролювати якість і безпеку на стадії приготування заморожених напівфабрикатів;

- можливість розширення мережі реалізації свіжих виробів шляхом встановлення в місцях реалізації недорогих печей малої потужності для випікання або допікання.

Технологія заморожування широко застосовується в Японії, США, Італії, Германії, Канаді. Так, в США 69% заморожених тістових заготовок поставляються у пекарні при магазинах, решта – у заклади харчування. На заході заморожені тістові напівфабрикати сьогодні займають 80 – 90 % усього хлібного ринку.

Останнім часом низькотемпературні технології набувають поширення і в Україні. Підприємства, що виробляють заморожені напівфабрикати, часто пропонують партнерство з торговими точками, в яких буде випікатися їх продукція. Необхідне обладнання для таких точок – конвекційна піч з вистійною шафою та морозильна камера.

Залежно від того, на якій стадії технологічного процесу проводиться заморожування напівфабрикатів існує декілька варіантів цієї технології:

- заморожування свіжезамішаного тіста;
- заморожування після поділу на шматки;
- заморожування сформованих тістових заготовок;
- заморожування тістових заготовок після вистоювання;
- заморожування частково випечених тістових заготовок;
- заморожування готових виробів після випікання та охолодження.

Частіше використовують перші чотири варіанти. Незалежно від того на якій стадії технологічного процесу здійснюється заморожування напівфабрикату, його проводять в камері шокового заморожування за температури мінус 20–25°C або мінус 30–35°C, до температури в центрі виробу мінус 18°C. Зберігають заморожені напівфабрикати в морозильній камері за температури мінус 18°C.

Тривалість зберігання – до 6 місяців. Існують дані, що оптимальним є зберігання за температури мінус 18°C не більше 90 діб, мінус 12°C – 14 діб, мінус 8°C – 7 діб.

Звичайно, недоліком цієї технології є висока вартість обладнання для заморожування, морозильного зберігання і транспортування виробів. В світі відомо до 300 видів заморожених напівфабрикатів, проте найбільш популярними є 10.

Значним попитом користуються булочки (40 г), французькі багети довжиною 17–58 см, масою від 60 до 450 г, серед здобних виробів – круасани. Заморожують також тістові заготовки з суміші житнього і пшеничного борошна. Вважається, що в ресторані має бути 5–7 видів заморожених напівфабрикатів.

Кондитерські вироби, що містять крем, також піддають заморожуванню за температури мінус 25°C. Шокове заморожування забезпечує знищення шкідливих 10 бактерій, що гарантує безпеку продукту для покупця. Без спеціальних добавок, які подовжують термін реалізації, заморожена заготовка може зберігатися до 3 місяців в морозильній камері за температури мінус 18°C.

Але існують деякі рекомендації щодо дефростації (розморожування) таких виробів. Для забезпечення необхідної якості розмороженого виробу є два варіанти розморожування:

1. Розморожувати вироби поступово за температури 2–5°C (в звичайному холодильнику) на протязі 5–6 годин.
2. Розморожувати вироби в мікрохвильовій печі в режимі дефростації (розморожування).

Найкращу якість мають вироби, що розморожувались не менше 5 годин в холодильних камерах, при цьому максимально зберігається їх смак, аромат та зовнішній вигляд. Не рекомендовано піддавати заморожуванню вироби зі збитими білками та рослинними вершками, які втрачають після розморожування

свою структуру. Термін реалізації розмороженого виробу складає від 2-х годин до 2-х діб за умов зберігання його в холодильнику.

Сьогодні на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ проводять досліджування щодо заморожування білкових кремів. З метою зберігання їх якості під час низькотемпературного зберігання досліджують вплив різних структуроутворювачів, а саме пектину та альгінату натрію. Ці добавки використовують у виробництві морозива для отримання структури з мінімальними кристалами льоду. Попередні дослідження показали, що ці структуроутворювачі сприяють збереженню текстури білкового крему як під час заморожування, так і після дефростації напівфабрикату.

Дослідження науковців і практика застосування заморожування і морозильного зберігання показала, що низькотемпературне оброблення приводить до зниження якості продукції внаслідок:

- зниження бродильної активності дріжджів;
- погіршення структурно-механічних властивостей тіста.

Ці фактори обумовлюють зниження об'єму виробів та їх формостійкості, погіршення розпушення м'якушки.

Температура замерзання тіста з борошна і води становить мінус 3–4°C. Якщо в його складі є жировий продукт, сіль, цукор – мінус 7–9°C. Для уповільнення мікробіологічних, біохімічних процесів в тісті температура не повинна перевищувати мінус 10°C, на практиці її знижують до мінус 15–18°C.

Під час заморожування в першу чергу страждають дріжджі. Під час заморожування вільна вода в тісті починає кристалізуватись, а внутріклітинне середовище дріжджової клітини ще залишається рідким. Водорозчинні речовини в цей час концентруються у воді, що ще не замерзла. Внаслідок цього підвищується зовнішній осмотичний тиск на клітини, і вода, що міститься в ній,

дифундує крізь напівпроникливу мембрану зовні. Дріжджова клітина зневоднюється і стискається (зморщується).

З часом за температур, нижчих за мінус 15°C, внутрішньоклітинна вода, що залишилась починає кристалізуватись та утворені кристали руйнують протоплазму клітини. В свою чергу, кристали, що утворились у вільній воді, про подальшому зниженні температури зростають за рахунок води, що міститься у міжклітинному просторі (води, виділеної дріжджами під час їх стискання), стають великими. Це призводить до механічного руйнування мембрани дріжджової клітини, частина їх при цьому гине.

На ступінь руйнування дріжджових клітин впливає швидкість заморожування. При дуже швидкому заморожуванні (10 °C/ хв.) утворюються дрібні кристали, які при повільному розморожуванні піддаються вторинній кристалізації за якої утворюються крупні кристали, що здатні ушкоджувати мембрану дріжджів. Тому на виживання дріжджових клітин впливає і швидкість розморожування.

При повільному розморожуванні виживання дріжджових клітин значно зменшується. При повільному заморожуванні (0,1 °C/хв.) утворюються дуже крупні кристали. Оптимальною швидкістю заморожування є 1 °C/ хв.

Отже, виживання дріжджових клітин залежить:

- від штаму дріжджів;
- тривалості бродіння тіста;
- способу заморожування;
- способу розморожування.

Заморожування викликає часткову інактивацію ферментів, як амілолітичних так і протеолітичних, що є наслідком денатурації білкової молекули ферментів. Це призводить до того, що в тісті після розморожування

накопичується менше цукрів і водорозчинних білків, погіршується склад живильного середовища для мікроорганізмів.

Дослідження науковців і практика застосування заморожування і морозильного зберігання показала, що низькотемпературне оброблення приводить до зниження якості продукції внаслідок:

- зниження бродильної активності дріжджів;
- погіршення структурно-механічних властивостей тіста.

Ці фактори обумовлюють зниження об'єму виробів та їх формостійкості, погіршення розпушення м'якушки. Розглянемо вплив низьких температур на складові тістової системи. Температура замерзання тіста з борошна і води становить мінус 3–4°C. Якщо в його складі є жировий продукт, сіль, цукор - мінус 7–9°C. Для уповільнення мікробіологічних, біохімічних процесів в тісті температура не повинна перевищувати мінус 10°C, на практиці її знижують до мінус 15–18°C.

При заморожуванні в першу чергу страждають дріжджі. Під час заморожування вільна вода в тісті починає кристалізуватись, а внутріклітинне середовище дріжджової клітини ще залишається рідким. Водорозчинні речовини в цей час концентруються у воді, що ще не замерзла. Внаслідок цього підвищується зовнішній осмотичний тиск на клітини, і вода, що міститься в ній, дифундує крізь напівпроникливу мембрану зовні. Дріжджова клітина зневоднюється і стискається (зморщується). З часом за температур, нижчих за мінус 15°C, внутрішньоклітинна вода, що залишилась починає кристалізуватись та утворені кристали руйнують протоплазму клітини. В свою чергу, кристали, що утворились у вільній воді, про подальшому зниженні температури зростають за рахунок води, що міститься у міжклітинному просторі (води, виділеної дріжджами під час їх стискання), стають великими. Це призводить до механічного руйнування мембрани дріжджової клітини, частина їх при цьому гине.

На ступінь руйнування дріжджових клітин впливає швидкість заморожування. При дуже швидкому заморожуванні (10 °С/ хв) утворюються дрібні кристали, які при повільному розморожуванні піддаються вторинній кристалізації за якої утворюються крупні кристали, що здатні ушкоджувати мембрану дріжджів. Тому на виживання дріжджових клітин впливає і швидкість розморожування. При повільному розморожуванні виживання дріжджових клітин значно зменшується. При повільному заморожуванні (0,1 °С/хв) утворюються дуже крупні кристали. Оптимальною швидкістю заморожування є 1 °С/ хв. Отже, виживання дріжджових клітин залежить:

- від штаму дріжджів;
- тривалості бродіння тіста;
- способу заморожування;
- способу розморожування.

Заморожування викликає часткову інактивацію ферментів, як амілолітичних, так і протеолітичних, що є наслідком денатурації білкової молекули ферментів. Це призводить до того, що в тісті після розморожування накопичується менше цукрів і водорозчинних білків, погіршується склад живильного середовища для мікроорганізмів.

Зміни, що відбуваються у структурі крохмалю під час заморожування. Відомо, що здатність крохмалю поглинати воду залежить від його механічного ушкодження. Цілі зерна крохмалю зв'язують 0,3 г води на 1 г, а ушкоджені – 2–3 г і більше. Крохмальні зерна зазнають часткового руйнування під час заморожування. Відбуваються такі перетворення:

- розриваються α -1-4 глікозидні зв'язки;
- зменшується молекулярна маса крохмалю;
- збільшується вміст амілози. Причиною цих перетворень може бути

- механічний розрив макромолекулярного ланцюга крохмалю кристалами льоду, утвореними з адсорбційно зв'язаною крохмалем води. Початкова температура клейстеризації крохмалю підвищується з 62,5°C до 63,5°C;

- уповільнюється ступінь дифузії води в зерна крохмалю та підвищується ступінь кристалічності крохмальних зерен внаслідок виморожування частини води.

Зміни, що відбуваються у структурі білків під час заморожування. Структура тіста, його газотримувальна здатність залежать від стану клейковини тіста. Напівфабрикати, що приготовлені до заморожування, повинні мати повністю сформовану клейковину, оптимальну консистенцію і еластичність. Ці властивості тіста впливатимуть на якість виробів із замороженого тіста, а саме на об'єм, структуру і пористість м'якушки.

Проте білки під час заморожування частково денатурують. Причинами цього явища є:

- виморожування зв'язаної білками води;
- механічна дія кристалів призводить до руйнування ковалентних, водневих та інших міжмолекулярних зв'язків;
- змінюється фракційний склад білків;
- частково руйнуються зв'язки білків з крохмалем, ліпідами, геміцелюлозою.

Внаслідок цих перетворень реологічні властивості тіста погіршуються, воно розслаблюється та розріджується. З тіста, що піддавалось заморожуванню, відмивається менше клейковини, клейковина пружна, короткорвана, з низькою гідратаційної здатністю. Під час заморожування відбуваються процеси, які впливають на структурномеханічні властивості тіста, а саме: – механічно ушкоджені кристалами льоду мембрани дріжджів виділяють з цитоплазми глютатіон, який відновлює поперечні дисульфідні зв'язки білкових молекул, послаблюючи клейковинний каркас; – вода, зв'язана при замішуванні білками і

крохмалем, переходить у вільну воду, тісто розріджується, погіршується його еластичність. З подовженням морозильного зберігання розслаблення тіста поглиблюється. Зміни стану білків під дією низьких температур призводять до зниження газоутримувальної здатності тіста та формоутримувальної здатності заготовок під час вистоювання і випікання. Ступінь ушкодження дріжджових клітин та глибина змін у структурі білка та крохмалю залежить від тривалості перебування напівфабрикатів за температури від мінус 3°C до мінус 12°C (за цієї температури утворюються більш крупні кристали льоду). Отже, властивості тіста після заморожування та морозильного зберігання мають тенденцію до зниження. Це зумовлює погіршення якості виробів, випечених із заморожених напівфабрикатів, а саме – об'єму, формостійкості, стану м'якушки. Щоб забезпечити якість виробів із заморожених напівфабрикатів необхідно обрати оптимальні технологічні параметри під час кожної операції їх приготування, а також використовувати сировину, до якої ставляться певні вимоги.

3.3. Роль солі, цукру, жирів та інших рецептурних компонентів у низькотемпературних технологіях

На якість виробів впливає склад рецептури. Так, наприклад, додання 1–4 % цукру зумовлює інтенсифікацію процесу бродіння в перші години після розморожування напівфабрикатів. Питомий об'єм збільшується на 2–4% порівняно з виробами без цукру. Рекомендується вносити цукор у кількості 8–10% до маси борошна. Цукор, завдяки підвищеним гігроскопічним властивостям, зв'язує воду, що зумовлює зменшення вільної води у тісті. Він зв'язує воду всередині та зовні дріжджової клітини і тим сприяє утворенню дрібних кристалів льоду правильної форми, які менше травмують дріжджову клітину. Проте дослідженнями встановлено, що підвищення дозування цукру до

6% призводить до зниження якості. Подібний цукру ефект спостерігається і в разі використання сиропів – інвертного та глюкозно-фруктозного. За криогенної технології рекомендується дозування солі збільшити до 1,5–2 % до маси борошна. Сіль знижує активність дріжджів. Внаслідок уповільнення зброджування дріжджами цукрів покращується колір м'якушки та скоринки виробів. Її рекомендується вносити на початку замішування. Це прискорює тривалість замішування, і дріжджові клітини за час замішування в меншій мірі активізуються, що підвищує їх стійкість до низьких температур. Таким чином, додавання солі:

- впливає на смак продукції;
- уповільнює окиснювальні процеси за умови внесення її на початку замішування, що покращує колір м'якушки;
- уповільнює бродіння;
- покращує структурномеханічні властивості тіста.

За низького вмісту солі розморожені тістові заготовки мають знижену формостійкість. Використання маргарину та яєць приводить до стабілізації газоутримувальної здатності та в'язкопластичних властивостей тіста в період його розморожування і вистоювання. Рекомендовані дозування цієї сировини становить 10–15% до маси борошна. За більшого дозування газоутворення знижуються на 18%. За кордоном використовують спеціальні жири – шортенінги (суміш гідрогенізованих рослинних олій, емульгаторів і рослинних жирів). Шортенінг в кількості 4–5% до маси борошна поліпшує структурномеханічні властивості тіста під час замішування, покращує пористість готових виробів, попереджає зневоднення напівфабрикатів під час морозильного зберігання. Шар жиру на стінках дріжджової клітини гальмує процес її зневоднення. Жири також мають здатність вбудовуватися у ліпідний шар мембрани, зменшуючи її температурну чутливість. Проте дослідженнями встановлено, що за наявності у жировій композиції жиру з температурою плавлення, вищою за температуру

тіста, відбувається руйнування структури білка і крохмалю. Внаслідок цього відбувається проникнення жиру в мікропори тіста, що послаблює позитивний кріопротекторний ефект застосування жиру і погіршує якість виробів із заморожених напівфабрикатів. Використання курячих яєць у кількості до 12% до маси борошна сприяє покращанню газоутворення в тісті після розморожування, що свідчить про краще збереження дріжджами життєдіяльності. Проте в більшій кількості яйця погіршують смакоароматичні характеристики виробів. Оброблення дріжджів ячним жовтком перед замішуванням тіста сприяє стабілізації їх газоутворювальної активності при зберіганні протягом 180 діб заморожених напівфабрикатів, що певно пояснюється зміцненням мембрани дріжджових клітин, підвищенням їх кріорезистентних властивостей. Додання сухого молока у кількості 2–4% до маси борошна майже не впливає на пористість і стан м'якушки. Не впливає і на активність дріжджів, оскільки лактоза сухого молока дріжджами не зброджується. Проте лактоза активно вступає в реакцію меланоїдиноутворення, поліпшуючи забарвлення скоринки. Сухе молоко є буферною речовиною і за тривалого вистоювання протидіє впливу кислот, які утворюють внаслідок бродіння і сприяють розрідженню та розпливанню тістової заготовки.

Емпіричні та фундаментальні реологічні вимірювання були проведені на свіжому та замороженому тісті для вивчення впливу умов заморожування та замороженого зберігання. Заморожене тісто зберігали при двох різних температурах мінус 18°C і мінус 30°C – 1, 7 і 28 днів. Випробовувались чотири рецептури тіста: стандартне пшеничне тісто, пшеничне тісто, збагачене клітковиною, стандартне тісто без глютену та безглютенове тісто, що містить борошно амаранта. У жодній рецептурі не використовувалися дріжджі. На пшеничне тісто більше впливає заморожування та перші дні зберігання, тоді як на безглютенове тісто більше впливає довший час зберігання. Температура зберігання мінус 30°C змінює реологічні властивості тіста більше, ніж

температура зберігання мінус 18°C. Додавання харчових волокон до пшеничного тіста підвищує його стійкість до заморожування та заморозування. Додавання амарантового борошна до безглютенового тіста також підвищує його стійкість до заморожування, але знижує стійкість до умов зберігання.

Останніми роками технологія хлібобулочних виробів, що використовує заморозування, швидко розвивається в більшості розвинених країн. Тому нова технологія дозволяє використання замороженого хлібопекарського виробництва відповідаючи потребам ринку в поставках свіжих продуктів у широкому асортименті для населення, а також управління якістю та безпекою заморожених виробів з тіста на спеціальній їх підготовки. Існують різні варіанти цієї технології в залежності від того, на якому етапі хлібобулочні вироби приготування їх заморожування здійснюють. Його можна розділити на 3 основні області:

- заморожування сформованих заготовок тіста;
- заморожування частково випечених виробів;
- заморожування готового продукту.

Ключовою проблемою в технології приготування замороженого тіста є стабілізація біотехнологічних та ферментативних властивостей клітин дріжджів. З цією метою проводяться дослідження, щоб з'ясувати вплив низьких температур на життєдіяльність дріжджів у тісті з різним вмістом цукру та жиру. Встановлено, що штами дріжджів в тісті з вмістом цукру і жиру 10% до маси борошна забезпечують високу і стабільну якість готової продукції за об'ємом, пористістю її структури та стабільності форми.

Для вибору та виявлення кріопротекторів були проведені наступні дослідження властивості соняшникової олії, яєчного жовтка, олеїнової кислоти, лецитину, гліцерину, емульгаторів. Встановлено, що використання цих добавок призводить до стабілізації дріжджових клітин життєдіяльності, що підтверджується виділенням вуглекислого газу під час дозрівання тіста. Однак

ефективність їх дії проявляється по-різному. Найбільш виражений ефект роблять жовток і лецитин.

Кондитерські вироби, що містять крем, також піддають заморожуванню за температури мінус 25°C. Шокове заморожування забезпечує знищення шкідливих бактерій, що гарантує безпеку продукту для покупця. Без спеціальних добавок, які подовжують термін реалізації, заморожена заготовка може зберігатися до 3 місяців в морозильній камері за температури мінус 18°C. Але існують деякі рекомендації щодо дефростації (розморожування) таких виробів. Для забезпечення необхідної якості розмороженого виробу є два варіанти розморожування:

1. Розморожувати вироби поступово за температури 2–5°C (в звичайному холодильнику) протягом 5–6 годин.

2. Розморожувати вироби в мікрохвильовій печі в режимі дефростації. Найкращу якість мають вироби, що розморожувались не менше 5 годин в холодильних камерах, при цьому максимально зберігається їх смак, аромат та зовнішній вигляд. Не рекомендовано піддавати заморожуванню вироби зі збитими білками та рослинними вершками, які втрачають після розморожування свою структуру. Термін реалізації розмороженого виробу складає від 2-х годин до 2-х діб за умов зберігання його в холодильнику. На кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій проводять дослідження щодо заморожування білкових кремів. З метою зберігання їх якості під час низькотемпературного зберігання досліджують вплив різних структуроутворювачів, а саме пектину та альгінату натрію. Ці добавки використовують у виробництві морозива для отримання структури з мінімальними кристалами льоду. Попередні дослідження показали, що ці структуроутворювачі сприяють збереженню текстури білкового крему як під час заморожування, так і після дефростації напівфабрикату.

3.4. Види часткового випікання хлібобулочних виробів. Переваги і недоліки технології заморожування частково випечених напівфабрикатів

Технологія часткового випікання тістових заготовок виникла випадково. Пекар Жозеф Грегор (Joseph Gregor) зі штату Флорида був пожежним – добровольцем. Якось під час роботи, коли він поставив тістові заготовки в піч, пролунав звук пожежної сирени. Він вийняв листи з частково випеченим хлібом з печі і побіг тушити пожежу. Після повернення пекар вирішив спробувати допекти хліб. Вироби допеклись за декілька хвилин. Через деякий час представник борошномельного підприємства відвіз зразки хліба в центральну лабораторію компанії, яка високо їх оцінила і викупила цю маленьку пекарню і запатентувала новий метод випікання, який з'явився в США в 1949 році під назвою «Brown'n Serve» – «Підрум'янити і подати». В Європі цю технологію почали використовувати в 1950 році. Пізніше частково випечений хліб почали заморожувати і допекати після морозильного зберігання.

Види часткового випікання. На цей час розпізнають два види часткового випікання:

- класичне часткове випікання;
- часткове випікання «Експрес».

Метою часткового випікання є позбавлення споживача необхідності в пункті випікання виконувати операції розморожування і вистоювання тістових заготовок, для проведення яких потрібно мати спеціальне обладнання. Для ресторанів та інших закладів харчування використання заморожених частково випечених виробів набагато зручніше, ніж тістових заготовок. Для одержання свіжої хлібобулочної продукції необхідно тільки допекти напівфабрикати.

В літературі є дані, що частково випечені вироби можуть зберігатися за температури мінус 18°C навіть 18 місяців.

Характеристика технологічних операцій за часткового випікання виробів полягає в наступному. *Приготування тіста:* тісто готують за прийнятим на підприємстві способом тістоприготування: опарним, безопарним, безопарним прискореним з використанням КМКЗ, на диспергованій фазі та ін. Дозування дріжджів не збільшують. Для покращання тіста можна додавати в нього аскорбінову кислоту в кількості 0,006-0,01% до маси борошна. Тривалість бродіння тіста проводять згідно з технологічною інструкцією для прийнятого способу його приготування.

Оброблення тіста. Поділ тіста на шматки, формування тістових заготовок проводять так, як і для хліба, що випікається до готовності. Вистоювання триває до повного вистоювання.

Випікання. Після вистоювання тістові заготовки випікають до 60–95% готовності. За класичного часткового випікання тістові заготовки випікаються до 60–75% готовності. Під час випікання відбувається кристалізація крохмалю, денатурація білків, утворюється жорсткий клейковинний каркас та слабко забарвлена скоринка, закріплюється форма виробу. За частковим випіканням «Експрес» тістові заготовки випікаються до 95% готовності.

Частково випечені напівфабрикати укладають на лотки вагонетки для остигання до 40–45°C . Тривалість охолодження 30–180 хв залежно від маси виробу.

Заморожування: Після охолодження вагонетки з частково випеченими напівфабрикатами направляють у морозильну камеру. Заморожування здійснюють за температури мінус 35°C протягом 40–50 хв до досягнення температури в середині виробу мінус 18°C.

Морозильне зберігання: Заморожені напівфабрикати укладають в гофрокороба або спочатку в поліетиленові мішки, а потім в короба. Продукцію розміщують в складі-холодильнику або морозильних шафах за температури мінус 18°C. Тривалість зберігання може бути різною залежно від кількості виготовленої продукції та об'єму її реалізації. Деякі виробники зберігають заморожену продукцію за температури мінус 12°C, що дає можливість економити електроенергію.

Транспортування напівфабрикатів здійснюють за температури їх морозильного зберігання, тобто мінус 18°C або мінус 12°C.

Зберігання напівфабрикатів в пункті кінцевого випікання проводять у морозильній камері за температури мінус 18°C до 6 місяців, мінус 12°C – до 14 діб, мінус 8°C – до 7 діб. За потребою їх вивантажують з морозильної камери.

Розморожування та допікання частково випечених напівфабрикатів. Напівфабрикати, випечені менше, ніж на 95% розморожують 10–15 хв і допікають у малогабаритній печі або у пароконвектоматі 10–30 хв залежно від маси виробів. Булочки допікають 10 хв, а хліб масою 0,5–0,7 кг – близько 30 хв. За часткового випікання «Експрес» (95 %) допікають 2–8 хв або тільки розморожують. За технологією часткового випікання вироби фактично випікаються двічі. При цьому в процесі допікання відбувається міграція води з середини напівфабрикату до скоринки. Внаслідок цього скоринка відлущується, що погіршує якість виробів.

З метою запобігання відлущування використовують поліпшувачі, здатні зв'язувати воду. Компанія Лесафр (Lesaffre) пропонує використовувати поліпшувач «Pain Minute», ООО «Саф-Нева» – поліпшувач АМ-301.

Особливості часткового випікання багетів та здоби. Виготовлення зазначених виробів за цією технологією має свої особливості. При випіканні

багетів нарізання має бути більш глибоким з урахуванням більш щільної консистенції і скороченого вистоювання. Випікати їх слід на листах з глибоким профілем, виготовлених з композитів (алюміній + силікон). Глибина профілю сприяє кращій формостійкості. Випікання рекомендується проводити поки на поверхні утвориться тонка плівка, але ще не почалось її забарвлення. Утворення скоринки може зумовити її відшарування під час допікання.

Здобні вироби (наприклад, бріюші) при частковому випіканні мають липку м'якушку. Тому рекомендується до їх рецептури включати білок. Оптимальним є додання 20 % свіжого яєчного білка або 7–10% сухого яєчного білка. Оскільки температура коагуляції білка є 55–60°C, тобто нижча, ніж клейковини (70°C), на етапі часткового випікання білки швидко закріплюють структуру виробів.

Переваги технології заморожування частково випечених напівфабрикатів порівняно з заморожуванням тістових заготовок:

- можливість приготування тіста різними способами, що покращують якість виробів. Тоді як при заморожуванні тістових заготовок тісто готують тільки безопарним способом без бродіння або з коротким часом бродіння;

- повне вистоювання тістових заготовок, що забезпечує хороший об'єм виробів;

- можливість зберігання у морозильній камері за температури мінус 12°C, що дає економію енергії;

- короткочасна підготовка заморожених напівфабрикатів до випікання (відпадає необхідність у вистоюванні);

- немає необхідності мати обладнання для розморожування і вистоювання;

- немає потреби у висококваліфікованому персоналі;

- в пунктів допікання можна тримати в морозильній шафі широкий асортимент напівфабрикатів та не залежати від підприємства-виробника;

- коротка тривалість допікання, особливо при частковій випічці «Експрес»;

- зменшуються затрати праці на 30%, виробничі площі на 20% внаслідок виключення вистоювання;

- за «Експрес» випікання під час допікання мінімальне зниження об'єму, скоринка менш суха та більш інтенсивно забарвлена.

Недоліки технології заморожування частково випечених напівфабрикатів.

- хліб дорожчий на 20–40% за рахунок витрат енергії на допікання;

- знижується вихід хліба внаслідок додаткових затрат на упікання при допіканні, а також на охолодження (усихання) після часткового випікання;

- частково випечені заморожені напівфабрикати займають багато місця при транспортуванні і зберіганні;

- є вірогідність погіршення органолептичних показників готових виробів внаслідок відлущування скоринки;

- допікання призводить до підсушування виробів, при цьому об'єм зменшується на 12–15% порівняно з об'ємом традиційно випечених виробів;

- необхідність застосовувати поліпшувачі, вартість яких висока;

- вироби швидко втрачають свіжість (особливо дрібноштучні) внаслідок того, що крохмаль швидко віддає зв'язану їм воду і ущільнюється.

3.5. Особливості випікання деяких хлібобулочних виробів

Формовий хліб. Житній формовий хліб випікають у незволоженій пекарній камері. Певною мірою середовище пекарної камери зволожується внаслідок інтенсивного випаровування вологи з тестових заготовок, оскільки тісто для формового житнього хліба має високу вологість. Для прискорення

випікання ржаного хліба температура в першій зоні печі повинна бути 260–280°C, а в другій – знижена до 190–200°C. Тривалість випікання хліба формового з житнього шпалерного борошна масою 0,93 кг становить 55–60 хв, з житньо-пшеничного борошна масою 0,83 кг – 52–

55 хв. Перед виїмкою з печі поверхню хліба рекомендується обприскувати водою, що покращує стан його поверхні, знижує упік і усихання. Формовий хліб із пшеничного борошна випікають при незначному зволоженні середовища пекарної камери у першій зоні. Тривалість випікання хліба формового з пшеничного борошна другого сорту масою 0,88 кг 45–50 хв, з пшеничного борошна першого сорту масою 0,7 кг – 40–48 хв.

Подовий хліб. При випіканні подового хліба заготовки пересаджують на під печі вручну або за допомогою спеціальних посадочних пристроїв. В обох випадках заготовки перевертають, тому що нижня поверхня тіста більш гладка та волога, що забезпечує кращий стан верхньої кірки подового хліба. Поверхня заготовок перед посадкою в піч обприскують водою, заготовки з житнього і житньо-пшеничного борошна наколюють дерев'яною шпилькою, а з сорту пшеничного надрізають. Заготівлі для окремих заварних видів хліба посипають прянощами. Наколи та надрізи дозволяють відрізнити один виріб від іншого і, крім того, покращують стан поверхні хліба. Гази та пари, що утворилися в тісті при випіканні, безперешкодно виходять у місці надрізів та наколів, не розриваючи кірки виробу.

Подовий житній хліб (ризький, мінський, український) рекомендується випікати з обсмажуванням. Обсмажування – це короткочасна дія високої температури на тестові заготівлі у початковий період випічки. Обжарка проводиться в пекарній камері при температурі 300–320° С зазвичай протягом 4–5 хв. За цей час на поверхні тестової заготовки утворюється тонка плівка – кірочка. Хліб, випечений з обсмажуванням, має більш товсту кірку та приємний специфічний смак та аромат. Для утворення борошністої нижньої

кірки ризького хліба тестові заготовки поміщують у шафу на дошках, густо посипаних борошном. Перед випіканням або після неї тестові заготовки або випечений хліб змащують крохмальним клейстером. Хороша якість подового хліба досягається за наступного режиму випічки. У першій зоні пекарної камери створюються висока вологість середовища (за рахунок подачі пари) і температура 120–150°C. Під печі в зоні посадки заготовок повинен бути добре розігрітий (до температури 180–200°C), особливо при випіканні хліба з житнього борошна і з суміші житнього та пшеничного борошна. Випікання подового хліба на недостатньо нагрітому поду викликає кругові підриви у нижній кірці виробу. Після зони зволоження температура середовища пекарної камери повинна бути підвищена для збільшення та закріплення об'єму хліба, а потім знижена. Тривалість випічки подового хліба масою 0,83 кг: для столового та українського нового 40–45 хв, для хліба з борошна першого гатунку 35–42 хв.

Булочні вироби. До булочних виробів відносять батони, булки, сайки, хали та плетінки, які випікають або на поду, або на листах. Перед посадкою в піч заготовки для плетінок обприскують водою і посипають маком, а заготовки для хал покривають мастилом, приготованим із яєць та води у співвідношенні 1:1. Заготівлі для батонів, булок, сайок обприскують водою. Батони та булки зазвичай випікають на поду печі, а іноді – на листах. Випічка на листах має свої переваги та недоліки. Об'єм і пористість виробів дещо підвищуються, оскільки заготовки не перекидають. Однак використання листів ускладнює організацію випічки та ускладнює механізацію завантаження та розвантаження печі. Крім того, листи слід чистити, змащувати олією та транспортувати.

При випіканні на поду і ручній посадці розстійні дошки із заготовками для батонів та булок перекидають на під печі. Заготівлі зазвичай обприскують дрібнорозпиленою водою. Заготовки надрізають вручну тонким сталевим

ножом, який зберігають у кухолі з водою. Заготівлі для окремих назв батонів надрізають ножом із двома лезами, а для паляниці – дугоподібним ножом. Кількість та форми надрізів характерні для кожного виробу. Булочні вироби випікають за режимом, у якому передбачено зволоження середовища у першій зоні печі. Для гребінцевих виробів (міські булки, міські та столичні батони) рекомендується створювати особливі умови у початковій стадії випічки. Температура середовища в зоні зволоження повинна бути 150–160°C, відносна вологість повітря 70–80%, тривалість перебування заготовок у цій зоні 5–7 хв. Відразу після посадки заготовок на під (за 1–2 хв до зони зволоження) має здійснюватися інтенсивне підведення теплоти знизу. За таких умов прискорюється утворення пар і газів усередині заготовки, які, прямуючи вгору, відвертають надрізаний шар тіста і утворюють гребінець. Перед вивантаженням з печі батони, булки та сайки рекомендується обприскувати водою, що покращує стан поверхні виробів, дещо знижує упек і усихання та сприяє утворенню глянцю на поверхні виробів.

Здобні вироби. Для запобігання деформації здобні вироби випікають лише на листах. Перед випіканням тестові заготовки (а деякі вироби та після випічки) обробляють різними напівфабрикатами, а також цукровою пудрою, цукровим піском або маком. Якщо виріб має за формою кілька різновидів, то для них використовують різну обробку. Оздоблювальні напівфабрикати – це яєчне мастило, обробна крихта, помада та крем.

Оздоблення поверхні тестових заготовок перед випіканням проводять наступним чином. Заготівлі для плюшек, сметанного коржика, булочки здобної, листкових булочок, аматорських виробів, булочок підвищеної калорійності, звичайної та виборзької здоби покривають яєчним мастилом, користуючись м'яким пензлем. Мастило роблять рівномірно і обережно, сильні удари кисті можуть викликати опадання тестових заготовок, слід остерігатися також попадання мастила на лист, що веде до зайвої витрати

напівфабрикату і збільшує нагар. Змащення яйцями або яєчним мастилом обумовлює утворення блискучої, тонкої, але щільної кірки, що затримує газу всередині виробу. Заготовки для плюшек та деяких інших видів здоби після змащення посипають цукром-піском. Перед цим бажано дати змащенню трохи підсохнути, щоб вона не розчинила цукор-пісок.

Заготівлі для булочок підвищеної калорійності, хлібців та інших виробів після змащення посипають подрібненими горіхами. Тестові заготовки для ватрушки здобної та інші після змащення посипають обробною крихтою. Заготівлі для булочок з маком змочують водою та посипають маком. Шматки тіста для коржика сметанного та коржока житнього здобного покривають яєчним мастилом і частими надрізами (коржик житній здобний) і наколами (коржик сметанний). Тестові заготовки, змащені яйцями, випікають у незволоженої камері, оскільки пара знищує блиск від яєчного мастила і розчиняє цукрову пудру. Ріжки здобні, булки та інші вироби, не змащені яйцями, випікають у зволоженому середовищі.

Дозволяється випікати здобні вироби без яєчного мастила, замінюючи її зволоженням парою. Яйця, необхідні для мастила, в цьому випадку додають у тісто, що покращує смак виробів та підвищує їхню харчову цінність. Здобні вироби масою 0,1 кг випікають протягом 14–16 хв. при температурі 200–220°C.

Листкові вироби випікають при вищій температурі, ніж інші види здоби (260–270°C), для того щоб прискорити випічку і попередити витікання олії.

Випечені вироби для попередження деформації зазвичай транспортують від печі до місця їх укладання в лотки на листах. Вироби укладають в один ряд у лотки, вкриті чистим пакувальним папером.

Шару кондитерську та дитячу, листкові булочки, деякі вироби зі здоби посипають цукровою пудрою після укладання в лоток, користуючись для

цього ситом. Булочки з помадою, деякі різновиди здоби та інші вироби покривають за допомогою пензлика помадою, попередньо підігрітою до температури 50–60 °С. Помаду наносять на теплі вироби. Булочки з кремом після випічки охолоджують, надрізають збоку та закладають у розріз по 10–15 г крему.

3.6. Використання харчових добавок при застосування низькотемпературних технологій

Під час розморожування тістові заготовки розпливаються, їх формоутримувальна здатність погіршується. Для стабілізації структурно-механічних властивостей тіста та якості виробів у низькотемпературних технологіях використовують харчові добавки: структуроутворювачі, добавки окисної дії, ферментні препарати, поверхнево-активні речовини (ПАР), ефіри полігліцерину та жирних кислот.

Оскільки за низькотемпературних технологій рекомендується використовувати висококлейковинне борошно, для підвищення вмісту клейковини доцільно додавати суху пшеничну клейковину (СПК). Є наукові дані, що за умови внесення 4% СПК до маси борошна питомий об'єм виробів з тістових заготовок, які зберігалися 10, 20 і 30 діб за температури мінус 18°С, був кращим, ніж без СПК, на 14, 18 і 21% відповідно. Доведено доцільність використання картопляного крохмалю в технології заморожування дріжджових виробів. Ця сировина покращує водоутримувальну та формоутримувальну здатність напівфабрикатів. Поліпшенню якості напівфабрикатів, що підлягають заморожуванню, сприяє додавання харчових волокон. Завдяки розвинутій капілярній структурі, ця харчова добавка має високу вологопоглинаючу здатність. У разі додавання харчових волокон в тісто, що піддають заморожуванню, вода знаходиться у зв'язаному стані. Це сприяє уповільненню утворення небажаних кристалів льоду та попереджає

завітрювання поверхні тістових заготовок під час морозильного зберігання. Цей фактор суттєво стримує руйнування дріжджових клітин. Після розморожування неушкоджені дріжджі отримують більше води та поживних речовин, що покращує їх подальшу життєдіяльність. За рахунок постійної компенсації тиску частинок в середині волокон досягається більш стабільний цикл заморожування та дефростації. Постійний рух рідини в напівфабрикаті сприяє попередженню лущення скоринки. Крім того, харчові волокна володіють функціональними властивостями, адсорбують в організмі токсичні речовини та радіонукліди. Доцільним є внесення в тісто поверхнево-активних речовин типу моно- і дигліцеридів, лецитину, фосфатного концентрату, які покращують еластичність і газотримувальну здатність тіста.

Серед добавок окисної дії ефективно застосування аскорбінової кислоти в кількості 0,008–0,01% до маси борошна, азодикарбонату. Хороший ефект спостерігається у разі сумісного внесення 0,006% аскорбінової кислоти і 0,0005% йодиду калію. Ці добавки укріплюють білок, що зумовлює покращання питомого об'єму і формостійкості виробів. Доцільно додавати ферментні препарати глюкооксидази – «Глюзим» (каталізує окиснення глюкози). Кінцевими продуктами цього процесу є глюконова кислота і перекис водню, що і є окисником, який укріплює клейковину. Оптимальним дозуванням цього препарату є 0,002–0,004% до маси борошна. Додають також ферментні препарати амілолітичної дії – «Фунгаміл-Супер БР», «Фунгаміламілол», які після розморожування напівфабрикатів допомагають інтенсифікувати життєдіяльність дріжджів.

На ринку України також використовують комплексні хлібопекарські поліпшувачі для заморожених напівфабрикатів. Бажано, щоб комплексний поліпшувач містив такі компоненти: окисник, емульгатор, СПК, або інший структуроутворювач, ферменти. Ці компоненти впливають таким чином:

- окисники укріплюють клейковину, що поліпшує газо- і формотримувальну здатність;

- емульгатори покращують еластичність тіста, його газоутримувальну здатність, напівфабрикати краще піддаються технологічній обробці-поділу на шматки, округленню, закатуванню;

- СПК сприяє збільшенню білка і клейковини, покращує формостійкість виробів;

- ферменти покращують структурно-механічні властивості тіста та життєдіяльність дріжджів після розморожування.

Сьогодні на ринку України представлено багато виробників, які виготовляють комплексні хлібопекарські поліпшувачі. Мажимікс з салатовою етикеткою (Лесафр, Франція) – поліпшувач, спеціально адаптований для виробництва заморожених після вистоювання виробів: багета, листкових дріжджових виробів та піци. Він може бути використаний у хлібопеченні заморожених без вистоювання виробів. Цей поліпшувач забезпечує:

- однорідну консистенцію тіста під час замісу;
- покращену еластичність тіста;
- хороший об'єм продукції під час випікання, навіть після кількох місяців зберігання за температури мінус 18°C;
- зменшення надривів у напівфабрикатах під час випікання.

Склад поліпшувачів: пшенична клейковина, згущувач – гуарова камедь, пшеничне борошно, емульгатор DATEM, дезактивовані дріжджі, антиоксидант аскорбінова кислота, ензими. Рекомендоване дозування становить 1,5% до маси борошна.

Компанія Danisco (Данія) виготовляє широкий спектр комплексних поліпшувачів для замороженого дріжджового тіста. Ці поліпшувачі забезпечують стабільність процесів заморожування та розморожування, покращання об'єму виробів та структури м'якушки, полегшують розробку тіста. До їх складу входять емульгатори, пектин, гуарова камедь, аскорбінова кислота, гідроколоїди, ферменти – амілоглюкозидаза, ксіланаза, амілаза та інші.

3.7. Вимоги до сировини, яку використовують у виробництві продукції із заморожених напівфабрикатів в хлібопекарному та кондитерському виробництвах

Зберігання сировини. Для короткочасного зберігання продуктів і напівфабрикатів на підприємствах виділяють складські приміщення: холодильні камери і склади для овочів, сухих продуктів. Холодильні камери призначені для зберігання продуктів, що швидко псуються і напівфабрикатів. На великих підприємствах, що працюють на сировині, обладнують кілька холодильних камер: м'ясну, рибну, молочножирову, гастрономічну, для фруктів і зелені. На невеликих підприємствах може бути 1–2 холодильні камери. В таких випадках продукти необхідно зберігати в тарі й особливо додержуватись правил товарного сусідства різних продуктів, яке впливає на їхню якість при зберіганні. Не можна зберігати разом продукти, що мають різкий запах (оселедець, сири, копчені вироби, прянощі), з продуктами, які легко поглинають запах (вершкове масло, хліб, борошно), або вологі продукти з сухими гігроскопічними (цукор, сіль, сухе молоко), сировину і готову продукцію. На підприємствах, які працюють з напівфабрикатами, виділяють камери для зберігання м'ясних, рибних і овочевих напівфабрикатів.

Склад для сухих продуктів (борошна, круп, цукру, солі, кави, какао, спецій та ін.) розташовують у сухому приміщенні з природним освітленням і доброю вентиляцією. В зимовий період його опалюють. У складських приміщеннях необхідно мати обладнання для зберігання продуктів (стелажі, підтоварники, бункери, засіки, шафи), приймання і відпускання. їх (ваги товарні і циферблатні) і механізації навантажувально-розвантажувальних робіт (вантажні ліфти, підйомники, транспортери, візки та ін.), а також інструменти для перевірки якості продуктів (овоскоп, лупи, пробовідбірники та ін.), контролю режимів зберігання (термометри, психрометри) та інвентар для відпускання продуктів (совки, насос для олії, лопатки, виделки, ложки,

ножі, струни для нарізування масла, лійки, молокоміри і відкривання тари (молотки дерев'яні і металеві, обценьки, томагавк, знімач обручів з бочок, набійник металевий і дерев'яний, фігурний важіль та ін. Кожна група продуктів потребує певних умов зберігання, залежно від їх властивостей, тому у складських приміщеннях підтримують необхідну температуру і вологість повітря одержуються вимог і правил санітарії та гігієни.

Продукти складають і зберігають у складських приміщеннях різними способами: стелажним, штабельним, насипним, наливним, підвісним. Стелажний спосіб використовують для зберігання риби, субпродуктів, масла, сиру, хліба, хлібобулочних виробів, кави, какао, спецій, сухого молока, яєчного порошку, свіжої капусти. Продукти розміщують на полицях стелажів, у шафах. При цьому способі продукти не відволожуються, оскільки є доступ повітря до нижніх їх шарів.

Підготовка сировини до виробництва. Тару приймають одночасно з товаром: перевіряють кількість, якість, наявність і правильність маркування, відповідність стандартам. Маркування наносять на тару для того, щоб правильно визначити ціни при прийманні та поверненні. На дерев'яних ящиках, бочках маркування випалюють або наносять фарбою, яка не змивається, чи наклеюють ярлик-етикетку. До мішків прикріплюють ярлики, де вказують їх категорію: I – нові, II – V – з кількістю латок відповідно 3, 5, 7, 12. Тару, що надійшла, оприбутковує матеріально відповідальна особа. Відкривати тару слід обережно, щоб не пошкодити її, використовуючи спеціальні інструменти. Мішки розкупорюють спеціальними ножами серпоподібної форми з потовщенням на кінці. На дерев'яних ящиках спочатку розрізають металеву пластинку, яка скріплює ящик, потім томагавком піднімають злегка кришку і витягують обценьками цвяхи, що виступили. Щоб відкрити дерев'яну бочку, спочатку збивають за допомогою набійки і дерев'яного молотка або знімають знімачем верхній обруч, а середній обруч піднімають на 2–3 см вгору. Закупорювальне дно піднімають за допомогою

фігурного важеля. Металеві бочки розкупорюються за допомогою гайкового ключа. В картонній тарі розрізують наклейки, які з'єднують клапани коробки. В контейнерах з напівфабрикатами насамперед перевіряють цілісність пломби і тільки тоді знімають її і відкривають кришку. Скляну тару відкривають спеціальними ключами або штопором. Тару зберігають в окремих приміщеннях штабельним або стелажним способом, окремо за видом (бочки, ящики, овочеві, консервні), якістю (потребує ремонту, не потребує ремонту, тара-брак, тара-матеріал). Ящики і бочки зберігають штабелями на підтоварниках заввишки не більше 2 м. Тару, що має специфічний запах (оселедців, риби), зберігають окремо. Мішки витрушують, просушують, зашивають (якщо потрібно) і складають купками по 10 шт. за видом і категорією. Тару повертають постачальнику або тарозбиральним організаціям з метою повторного її використання, згідно з встановленими термінами здавання тари. За порушення термінів повернення і псування тари підприємство сплачує штраф, який у кілька разів перевищує її вартість.

При підготовці до виробництва сировина зважується, для чого використовують різні види ваг. Для сипучих матеріалів (борошно, цукор) при тарному зберіганні мішки очищають зовні щітками від пилу і забруднень, акуратно розпорюють по шву, кінці й обривки шпагату складають у спеціальні збірники. Після витрушування мішків над просіювальними машинами в них залишається деяка кількість матеріалу, і їх вибивають на спеціальній машині. Зібраний вибій у зв'язку зі 14 вмістом у ньому пилу і волокон мішківини для виготовлення виробів непридатний. Це борошно йде на корм худобі, а також для приготування клейстеру. Якщо для вироблення напівфабрикатів необхідне підсортування одного матеріалу до іншого, змішування потрібно проводити перед просіванням. Для видалення випадкових домішок борошно і крохмаль просівають через сито з діаметром отворів близько 2 мм, цукор – через сито з діаметром отворів не більш як 3 мм. Для просівання використовують бурани і просіювачі типу «Піонер».

Кожна машина обладнана магнітами для звільнення від феродомішок. Просіяне борошно надходить у виробництво через систему шнеків, елеваторів, автоваг, що сприяє її аерації. При безтарному зберіганні борошна аерація проводиться безпосередньо при прийманні борошна в автомуковозах. Аерація поліпшує хлібопекарські властивості борошна. Взимку перед подачею борошна у виробництво його необхідно витримати при температурі не менш як 15°C. При готуванні цукрового сиропу сипучий цукор просіюють через сито з діаметром отворів не більш як 5 мм. Сироп проціджують крізь сита з діаметром отворів не більш ніж 1,5 мм. Грудковий цукор спочатку розчиняють у теплій воді, потім все роблять так само. Патоку перед пуском у виробництво підігрівають до температури 40–50°C для зменшення в'язкості і проціджують через сито з діаметром отворів 2 мм. При зберіганні патоки в баках великої ємності останні обладнуються змійовиками для подачі гострого пару і через відвід унизу відбирають потрібну кількість. При розпакуванні олій та жирів їх перевіряють на відсутність сторонніх предметів. При наявності цвілі і забруднення ретельно очищують поверхню на алюмінієвих або нержавіючих столах. Транспортування розпакованих жирів усередині цеху проводять у чистому закритому посуді. Жири нарізають на шматки і переглядають. Якщо тверді жири застосовують у розплавленому вигляді, то їх проціджують через сито з діаметром отворів 2 мм. Свіже молоко при переливанні з бідонів проціджують через сито з діаметром отворів 0,05 мм, попередньо бідони миють, чистять і протирають. Згущене молоко розводять теплою водою до вологості 88%. Сухе молоко до тієї ж вологості доводять теплою водою, залишають на одну годину для набрякання. Після розведення згущене і сухе молоко проціджують через сито з діаметром отворів 0,05 мм. У харчовій промисловості застосовується тільки куряче яйце, воно усередині стерильне. Зараження харчових продуктів (сальмонельоз) відбувається за рахунок обсіменіння. Курячі яйця піддаються спеціальній санітарній обробці, щоб зберегти їх вміст при розбиванні від шкідливих мікроорганізмів. Для цього яйця ретельно очищують від стружок, соломи тощо, укладають після

цього у два-три ряди в металеві сітчасті відра і вручну миють у чотирьох секційній ванні. У першій секції мийку проводять теплою водою. Якщо яйця сильно забруднені, то після попереднього замочування їх миють волосяними щітками. В другій секції їх витримують у 2% розчині хлорного вапна 5 хв. У третій секції 15 – обмивають 2% розчином соди. У четвертій секції – споліскують 5 хв. у чистій проточній воді. Після мийки яйця просушують і переносять в інше приміщення для розбивання, яке називають яйцебитним, або розбивають на ізольованому від напівфабрикатів і готових виробів столі. Столи для розбивання яєць роблять з металу - алюмінію або нержавіючої сталі, з мармуру (але не з крихти) або з твердих порід дерева – дуб, бук, береза. Кришки столів не повинні мати щілин і шорсткостей. Для розбивання яйця використовують пристрої: ножі-підставки (лоток з ножом, під яким стоїть чашка). Ніж і чашку виготовляють з алюмінію або нержавіючої сталі. Ніж роблять знімним, щоб його і чашку кожної зміни мити водою із содою і кип'ятити. Вміст розбитого яйця перевіряють за запахом і зовнішнім виглядом. В одну чашку розбивають не більш як 5 яєць. Після перевірки вміст переливають через нержавіюче сито з діаметром отворів близько 3 мм у чистий посуд із кришкою. При розкриванні заморожених яйцепродуктів металеві банки з меланжем попередньо обмивають теплою водою. Для розтавання банки поміщають у спеціальні ванни з теплою водою (45°C). Тривалість розтавання 2,5–3 год; після чого банки розкривають. Потім меланж відціджують через сито з діаметром отворів 3 мм. У розмороженому виді меланж повинний бути використаний протягом 3–4 год (знову заморозувати його не можна, бо відбувається денатурація білка). Відкривати банки потрібно спеціальним ножом. Необхідно стежити, щоб обрізки жерсті не потрапили в меланж. Розбивку яєць і розтавання меланжу треба проводити в різних приміщеннях, світлих і добре вентильованих. Інвентар і посуд необхідно тримати у чистоті. Яєчний порошок розводять у теплій воді (50°C) до вологості маси 25–30% у збивальній машині з числом оборотів мішалки 100 об/хв. Протягом однієї години масу витримують, щоб відбулася гідратація

(набрякання) білків. Потім уміст проціджують через сито з діаметром отворів менше як 3 мм. Це найбільш сучасний вид сировини цього виду продуктів. Концентровані плоди і ягоди (джеми, варення, повидла, компоти) готують до виробництва так. Банки (бочки) обмивають теплою водою. Розкриті місткості необхідно оберігати від потрапляння в них сторонніх предметів. Особливу обережність треба виявляти зі скляною тарою. Пюре протирають на протиральній машині (або на ситі з діаметром отворів не більше як 1,5 мм лопаткою). Густі фруктово-ягідні заготівлі попередньо прогривають або розводять цукровим сиропом з наступним протиранням через сито з діаметром отворів 3 мм. При використанні свіжих овочів проводять перебирання, калібрування, видаляють домішки. Тепер створені електричні пристрої, що сортують продукти за кольором або за його інтенсивністю. Для очищення овочів від шкірки застосовують механічний, хімічний, вогневий, паровий та інші методи. Для звільнення ядер горіхів від оболонки проводять термічну обробку, а потім очищають на металевих ситах або спеціальних пристроях. Порошки какао і кави просівають через сито з діаметром отворів понад 0,3–0,5 мм. Розпушувачі – сода і вуглекислий амоній подрібнюють до порошкоподібного стану на дезінтеграторах і просівають через сито з діаметром отворів 1,5–2 мм або одержують розчини і проціджують їх через сита з діаметром отворів 0,5 мм. Температура води не повинна перевищувати 24°C, бо речовини почнуть розкладатися і функціональні властивості будуть втрачені. Барвники бувають у вигляді порошку або пасти, їх розчиняють у гарячій воді (70–80°C) і фільтрують через сито з діаметром отворів не більше як 5,5 мм. Перед використанням фільтрують ще раз. М'ясні продукти – м'ясні туші, напівтуші, чверті – розморожують у воді або на повітрі методом поверхневого нагрівання. Процес йде дуже повільно, викликає втрату якості сировини чи погіршення якості. Інший спосіб розморожування – застосування НВЧ-нагрівання, при цьому дефростація (розморожування) йде об'ємне. Після розморожування її розроблення на шматки їх промивають. При зберіганні продуктів, особливо

тих, що швидко псуються, потрібно суворо додержуватись термінів реалізації. Санітарними правилами забороняється одночасне зберігання сировини і готових виробів, доброякісних продуктів з товарами, якість яких викликає сумнів. Не можна зберігати разом з продуктами інвентар і тару. Для запобігання втрат і псування необхідно забезпечити в складських приміщеннях оптимальний режим зберігання товарів відповідно до їхніх фізико-хімічних властивостей. Режим зберігання передбачає певну температуру, швидкість руху повітря, відносну вологість. Варто суворо слідкувати за дотриманням термінів реалізації продуктів, особливо тих, що швидко псуються.

1. Які свої особливості має технологія заморожування житньо-пшеничних напівфабрикатів?
2. Як вологість напівфабрикату впливає на процес заморожування тіста з метою його подальшого використання для випічки хлібобулочних виробів? Як проводять процес розморожування тістових заготовок?
3. Охарактеризуйте способи консервування заквасок. Що представляють собою сухі молочнокислі та житні закваски?
4. Як в Україні набувають поширення низькотемпературні технології у хлібопекарському виробництві?
5. Як швидкість заморожування впливає на ступінь руйнування дріжджових клітин? Який механізм виживання дріжджових клітин має місце від умов розморожування?
6. Обґрунтуйте роль рецептурних компонентів у низькотемпературних технологіях.
7. У чому полягає технологія часткового випікання хлібобулочних виробів? Наведіть переваги і недоліки технології часткового випікання тістових заготовок?
8. Які комплексні хлібопекарські поліпшувачі для заморожених напівфабрикатів використовують на ринку України? Наведіть їх відмінні характеристики.

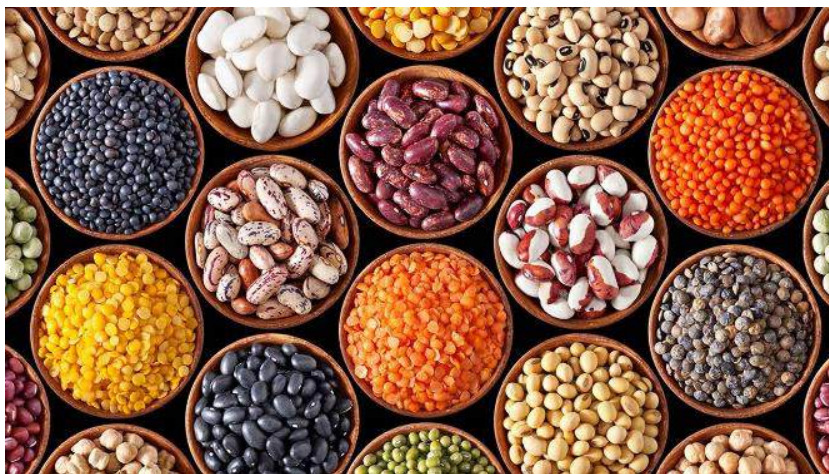
4. ХАРАКТЕРИСТИКА РОСЛИНИХ БІЛКІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВИГОТОВЛЕНІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

4.1. Рослинний білок зернових, бобових культур та горіхів

У харчуванні людини білки відіграють надзвичайно важливу роль, оскільки вони виконують структурну, регуляторну, каталітичну, захисну та транспортну функції в організмі. Актуальним напрямком у харчовій промисловості є розроблення білкових продуктів з рослинної сировини. Продукти з вмістом білків рослинного походження корисні для здоров'я і низькокалорійні. Сегмент споживачів білкових продуктів рослинного походження включає всі соціальні шари населення. Такі продукти дозволені для дитячого харчування, їх можна рекомендувати для дієтичного харчування, для харчування людей інтолерантних до лактози та під час посту.

Сьогодні у всьому світі широко розробляються і впроваджуються в життя спеціальні програми харчування, в яких оптимальний баланс незамінних факторів харчування забезпечується шляхом правильного підбору і поєднання білків, тваринного та рослинного походження. Рослинний білок зернових, бобових культур та горіхів є наближеним до повноцінного.

Порівнюючи вміст білка, можемо зробити висновок, що серед традиційних зернових культур найбільше його міститься у пшениці та тритикале, а найменше – у рисі, однак різниця між ними незначна і не перевищує 5%. Значно вищим є вміст білка у насінні соняшника (близько 20%), а у насінні сої кількість білка може сягати 35%, що майже втричі перевищує показники усіх зернових культур.



Рослинні білки

Одним із шляхів підвищення харчової цінності м'ясних посічених напівфабрикатів є використання в їхньому виробництві нетрадиційної сировини. Одним із таких видів сировини є насіння льону, джерело цінних біологічно активних речовин. Насіння льону багате на білок (близько 25%) та жир (30–48%), що містить 35–45 % гліцеридів ліноленої кислоти, 25–35% лінолевої, 15–20% олеїнової кислот та незначну кількість гліцеридів пальмітинової та стеаринової кислот. Насіння льону є джерелом цінних білків, які використовуються у вигляді борошна, білкових ізолятів і концентратів.

Рослинні білки, і особливо білки бобових, завдяки високому вмісту поживних речовин і їх засвоюваності, мають високу харчову цінність. Особливе місце в цій групі сільськогосподарських культур належить сої. Висока харчова цінність, відмінні функціональні якості і біологічна цінність через великий вміст незамінних амінокислот (крім метіоніну), забезпечили її широке використання. Крім того соя є одним з найбільш дешевих джерел рослинного білка, що робить її переробку економічно вигідною.



Соя

Аналіз білкових сировинних ресурсів України показує, що насіння **соняшника** – джерело білка, отриманого з культури, поширеної на території України, дослідження авторів спрямовані на визначення можливості застосування ядра насіння соняшника у м'ясному виробництві, розробка продуктів на основі м'ясо-рослинної сировини є актуальними. Ядро насіння соняшника містить близько 25% білка з цінними амінокислотами, близько 30 мг на 100 г вітаміну Е (токоферолу), інші жиророзчинні вітаміни – А, Д, вітаміни РР, групи В (В₁, В₂, В₃, В₆), вітамін F, який синтезується організмом людини.

При виробництві комбінованих молочних продуктів є борошно арахісове, оскільки воно має високу харчову і біологічну цінність, в наслідок його високої засвоюваності організмом людини. Білки арахісу повноцінні, а співвідношення їх амінокислот вказує на високу перетравлюваність організмом людини. Ядра арахісу та продукти їхньої переробки є джерелом нутрієнтів.

На рослинний білок, який широко застосовується в галузях харчової промисловості (м'ясо-молочній, хлібобулочній, кондитерській), припадає близько 80 % виробленого у світі білку, на тваринний – близько 20 %. Найбільш перспективними джерелами харчового рослинного білку є насіння культур, таких як **пшениця, кукурудза, соняшник, соя, рапс, горох**. Як джерела білку можна використовувати також побічні продукти і відходи переробки олійних культур. Так, вміст білку у відходах соняшника (макусі)

становить до 40%. Білковий комплекс рослин представлений різноманітними білками або групами білків, які відрізняються сполукою амінокислот, структурою, фізико-хімічними зв'язками з іншими речовинами. Застосування рослинних білкових препаратів для обробки виноматеріалів дозволить поряд із забезпеченням стабільності і високої якості дати гарантії безпеки на виноробну продукцію і розширити область її збуту.

Існують розробки щодо одержання білкового концентрату (масова частка білка близько 50%, вихід – 1,6%) із зеленої маси **люцерни**, в якій міститься до 23% білка (до маси сухих речовин). Також розроблено спосіб одержання білково-вітамінної добавки із зеленої маси **конюшини**, люцерни та інших трав, який передбачає пряме віджимання з них зеленого соку з наступним його фракціонуванням, концентруванням і висушуванням. Одержаний продукт з вмістом сухих речовин 90 % і вмістом білка 35–45% може бути використаний в кількості 4–6% для збагачення різних видів хлібних виробів.

Запропоновано технологію одержання білкового концентрату (вміст білка близько 45%) та ізоляту (близько 85% білка) з **бадилля картоплі**. Показано, що послідовне використання операцій дезінтеграції зеленої маси та коагуляції картопляного соку дає змогу отримувати протеїновий концентрат в кількості 1,6% до маси бадилля (8,6% до маси сухих речовин), а ізолят в кількості 0,33% до зеленої маси. Одержані продукти характеризуються високою водоутримувальною (257 та 212%, відповідно) та жирутримувальною здатністю (151 та 134%, відповідно). Максимальна розчинність для протеїнового концентрату досягається за рН 8,5, а для ізоляту – 10,5. Вивчення біологічної цінності одержаних продуктів та їх доступності для протеолітичних ферментів показали перспективність їх використання для створення збагачених рослинними білками харчових продуктів.

Практично не вимагає витрат на своє культивування **мікродорощь спіруліна**. Водночас, вміст збалансованого за основними амінокислотами білка у ній може перевищувати 50%, а відсутність целюлози в клітинних

стінках полегшує її засвоєння організмом людини, що доводить перспективність використання цього сировинного ресурсу для одержання білкових добавок високої біологічної цінності та засвоюваності.

Також недостатньо використовуються різні види шротів насіння, що залишаються після вилучення з них олій. Наприклад, у шроті гарбузового насіння міститься близько 50% білка, який за сумою незамінних амінокислот перевищує рекомендації FAO/WHO.

Вивчено можливість і розроблено технологію одержання білкового концентрату з виноградних кісточок. З цією метою пропонується проводити екстрагування шроту виноградних кісточок 7%-вим розчином хлористого натрію з наступним осадженням білків з профільтованого екстракту 10%-вим розчином соляної кислоти. Висушений продукт містить близько 78% білка, що складається переважно з альбумінів і глобулінів (90%). Вміст незамінних амінокислот в продукті становить 41% від суми усіх амінокислот (лімітуючими є метіонін та цистин). Харчова цінність одержаного білкового концентрату з виноградних кісточок становить 74% по відношенню до казеїну, що дає можливість говорити про перспективність використання цієї високобілкової добавки для збагачення традиційних харчових продуктів.

Аналог рослинного молока – це напій, який виготовляють подрібненням рослинної сировини, що змішується з водою, і подальшою гомогенізацією рідини, внаслідок чого відбувається розподіл частинок за розміром в межах 20 мкм. Готовий продукт імітує коров'яче молоко за зовнішнім виглядом і консистенцією. Користь таких продуктів полягає у відсутності лактози, молочних білків та холестерину, більш низькій калорійності проти традиційних. Корисні властивості рослинних аналогів молока також залежать від сировини, з якої вони вироблені, що обумовлює їх використання як основи для створення харчових продуктів для медичних цілей. Нині існує багато видів рослинної сировини, з якої виготовляють такі напої. Проте це відносно новий продукт, тому в літературі наразі класифікація рослинних аналогів молока відсутня. Попри це, в деяких наукових працях

робиться спроба загальної класифікації цих продуктів, відповідно до якої виділяють п'ять категорій напоїв, а саме на основі:

- зернових: вівсяне, рисове, кукурудзяне молоко та молоко зі спельти;
- бобових: соєве молоко, молоко з арахісу, люпину, вігни (китайської спаржевої квасолі);
- горіхів: мигдалеве, кокосове, фісташкове молоко, молоко з фундука та волоського горіха;
- насіння: кунжутне молоко, молоко з насіння соняшнику, льону, конопель тощо;
- псевдозлаків: молоко з кіноа, амаранту, тефу.

Найбільш поширеними в Україні є рослинні аналоги молока з сої, мигдалю, рису та кокоса, також зустрічаються напої з кіноа, кунжуту та спельти. Виробники можуть розширювати асортимент напоїв завдяки додаванню какао, ванілі, фруктових наповнювачів тощо.

Конопляне насіння – одне з кращих джерел легкозасвоюваного рослинного білка; фітонутрієнтів, що підтримують нормальний стан тканин, кровоносних судин, клітин шкіри та внутрішніх органів; поліненасичених жирних кислот; вітамінів А, D і Е та групи В, кальцію, натрію, заліза і харчових волокон. Спосіб використання конопляного білка у харчовій промисловості залежить від його функціональності, яка обумовлена структурою. Іноземними вченими запатентовано виготовлення борошна з насіння коноплі для виробництва функціональних продуктів харчування, використання яких сприяє підвищенню рівня ліпопротеїдів високої щільності та стабілізації рівнів інших гліцеридів та ліпопротеїдів. Розроблено також технологію виробництва соусів з ферментованого насіння коноплі та процес виробництва праліне і шоколадних цукерок з насіння та олії коноплі.

Нині помітний стрімкий розвиток світового ринку продуктів рослинного походження. Наприклад, Організація Об'єднаних Націй назвала 2016 р. Міжнародним роком зернобобових через стрімке зростання попиту на рослинні білки та бобові культури, зокрема на сочевицю, горох, квасолу, нут

та ін. Дослідницька компанія Mintel визначає цей глобальний тренд у харчуванні як power of plants, тобто "сила рослин". За прогнозами аналітичних компаній США, за 25 років частка рослинних продуктів переважатиме над тваринними на 20%.

Серед найвагоміших причин, які стимулюють людей дотримуватися харчування на рослинній основі, виділяють такі: піклування про тварин, зміцнення здоров'я, негативний вплив виробництва м'ясо-молочної продукції на навколишнє середовище, безпечність таких харчових продуктів, вартість

4.2. Радикальні інновації, які здатні змінити майбутнє продуктів харчування

У 21 сторіччі індустрія харчових технологій розвивається таким чином, що усі догадки, які були створені людьми у 20 сторіччі частково відповідають дійсності. Набирають популярності такі продукти, як «штучне» м'ясо, сублимовані овочі та принтер, який створює їжу. 21 квітня ООН проголосили Всесвітнім Днем Креативності та Інновацій (World Creativity and Innovation Day). Таким чином ООН мають на меті підвищити обізнаність про важливість креативності та інновацій у розв'язанні проблем щодо досягнення «Цілей сталого розвитку». День був створений за резолюцією ООН та за підтримки 80 країн світу у 2018 році.

Інвестиції в рослинні продукти зростають з кожним роком, а наслідки промислового тваринництва стрімко знищують планету, то ж галузь альтернатив тваринним продуктам потребує не аби якої креативності та залучення інновацій.

«Штучне» м'ясо. До 2050 року, у зв'язку з дефіцитом продовольства, м'ясо може стати на вагу золота. Першими статус дефіцитних отримає яловичина та свинина. Однак там де безсилі економісти, на допомогу прийдуть вчені. Настав час, коли альтернативне м'ясо, створене з рослинного протеїну,

рослинних жирів, натуральних барвників і мінералів починає заповнювати полиці магазинів. Очевидно, що м'ясо з пробірки (також відоме як культивоване м'ясо або штучне м'ясо) – новинка, серед розробок, яка заслуговує на найбільше уваги, адже це м'ясо, що вирощується в лабораторних умовах у вигляді культури клітин. Цей продукт ніколи не був частиною живого, повноцінного тваринного організму. До промислового виробництва культивоване м'ясо для суспільного споживання справа поки не дійшла, однак декілька сучасних дослідницьких проєктів експериментально намагаються вирощувати невелику кількість м'яса з пробірки. На першому етапі швидше за все буде вироблятися м'ясний фарш, а довгостроковою метою є вирощування повноцінної культивованої м'язової тканини. Адже потенційно м'язову тканину будь-якої тварини можна вирощувати в пробірці.

Без тіла тварин вирощують не лише м'ясо, а й, наприклад, жир. Американський стартап Mission Barns зосереджується на вирощуванні тваринного жиру без тварин. Загальна сума залучених коштів складе \$28 млн. Mission Barns використовує клітинну технологію. Процес виробництва починається із забору клітин тварини та переміщення їх у культиватор, що імітує тіло тварини. Клітини ростуть природним чином, як у корови, курки чи свині, коли їх годують поживними речовинами, включаючи вітаміни, цукор та білки. Після «відгодівлі» клітин процес вирощування закінчується. Mission Barns планують включати всій унікальний продукт у котлети, гамбургери, нагетси тощо.

Ще одним інноваційним продуктом стало штучне м'ясо Impossible Foods, в яку вкладають гроші венчурні фонди Khosla Ventures і Horizons Ventures, а також Jay-Z та Серена Вільямс. Технологія Impossible Foods – дослідження продуктів тваринного походження на молекулярному рівні та відтворення їх смаку та поживності, за допомогою відбору білків та корисних речовин з рослин. В основі технології лежить створення головного фактору

«м'ясистості» – молекул гему за допомогою бобових рослин. Вартість Impossible Foods на біржі оцінили в 10 млрд доларів США.

Набагато популярнішою за Impossible Foods є компанія Beyond Meat (США). Beyond Meat виготовляють рослинні харчові продукти, які імітують смак і фактуру курятини, свинини та яловичини. Справжнє м'ясо по відношенню з м'ясом Beyond Meat має точно такі ж показники по калорійності, жирах, вуглеводах і білках, а інколи навіть поступається рослинному. Але при цьому Beyond Meat не містить холестерину, антибіотиків і гормонів. Глютену, сої та ГМО у ньому також немає. У складі продукту: гороховий та рисовий білок, рапсова й рафінована олія, картопляний крохмаль, яблучний екстракт, а червоний колір дає буряковий сік.

Загальна сума залучених коштів цих підприємств становить більше 10 млрд доларів, а це тільки найбільш знамені товариства. Штучне м'ясо буде набувати популярності якнайменш до 2032 року й максимально розкриється у цих датах. Це нелегка робота, тому пізнання цієї сфери з кожним роком робить великі кроки на шляху до повного становлення цього напрямку.

Молекулярна гастрономія. Молекулярна гастрономія, або молекулярна кухня – наукова дисципліна, пов'язана з вивченням фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час приготування їжі. Загалом ця дисципліна вивчає механізми, відповідальні за перетворення інгредієнтів під час приготування їжі, а також соціальні, художні й технічні компоненти, кулінарні й гастрономічні явища в цілому з точки зору науки.

У вужчому значенні, молекулярною кухнею називають тенденцію в кулінарії, створення страв з незвичайними фізичними властивостями та комбінаціями компонентів з використанням різноманітних технічних засобів, інструментів (сухого льоду, сушарок, рідкого азоту тощо) та ряд процесів, таких як: сферифікація, желефікація, емульсифікація та карамелізація.

Молекулярна кухня – сучасний стиль приготування їжі. Тобто, це кардинальні зміни в структурі та вигляді страв. За допомогою сучасних

технологій, можна розкласти будь-який продукт на молекули та створити унікальне смакове поєднання. Вона вивчає хімічні реакції, які відбуваються в продуктах. Для цього потрібна велика кількість спеціального обладнання, хімічних сполук, що дозволяє реконструювати компоненти або створювати нові. Страви молекулярної кухні готуються не для того, щоб нагодувати людину, а довести всім, що приготування їжі може бути мистецтвом. Замість звичайної сковорідки та каструлі, кулінари молекулярної кухні використовують центрифугу, сухий лід, азот, вакуумне приготування їжі. А замість приправ – спеціальні компоненти, такі як агар-агар, мальтодекстрин, ксантанову смолу, лактат кальцію тощо. Завдяки цьому можна отримати з будь-якого продукту піну, морозиво чи гель.

Засновниками молекулярної кухні вважаються хімік Ерве Тис та фізик ядерник Ніколас Курті. Про такий вид гастрономії почули ще в далекому 1992 році й з того часу молекулярна кухня стала невіддільною частиною багатьох сучасних та дорогих ресторанів. Вона й досі залишається актуальним полем для креативу та інновацій.

З 80-х років минулого століття, стійкий прогрес досягнутий в матеріалах для 3D-друку, починаючи від термопластів і закінчуючи металами, а тепер навіть харчовими продуктами. Складні прикраси для тортів та шоколадні цукерки дивних геометричних форм легко виконуються завдяки новітнім технологіям. За допомогою багатонасадних принтерів можна друкувати все, починаючи від салатних веж із буряка, шпинату та моркви та закінчуючи піццями.

Компанія ZMorph розробила пристрій, що дозволяє змінити головку, що друкує пластиковою струною, на картридж для тіста, пасти або шоколаду. Як правило, екструдер малює контур густою масою, яка підігрівається. Однак, виставивши невелику швидкість, щоб дати затвердіти вже сформованому візерунку, можна наносити нові шари й друкувати виріб до певної висоти.

Інший принтер, Chocola3D, може створювати не тільки продукти з шоколаду, але і робити красиві десерти з крему або страви з пасти. Саме такий принтер вперше з'явився у Дніпрі, який друкує поки що шоколадом. Його програмне забезпечення створили двоє друзів – винахідників. Вони впевнені – майбутнє кулінарії саме з такими приладами, які будуть виготовляти страви із будь-яких інгредієнтів будь-якої форми.

Інноваційна їжа. Переможці Asia FOOD Innovation Awards 2019 у номінації “найкращі інноваційні інгредієнти”. Компанія створила натуральну часникову пасту, яка має чудовий смак без неприємного запаху, використовуючи вручну зібраний часник, що не містить ГМО. Garlidoux є ретельно виготовленим у найсучасніших приміщеннях, побудованих за стандартами ISO в Лівані. Продукт не містить холестерину і жирів. Працівники Garlidoux продовжують впроваджувати інновації та розширити асортимент продукції, щоб стати провідним брендом у Лівані, регіоні та зрештою у світі.

Feed. Французький стартап пропонує “страви в пляшці”. Це ні дієтичний, ні енергетичний продукт. Натомість це повноцінна страва для тих, хто не має часу, можливості чи бажання готувати. Страви готуються з використанням інгредієнтів найвищої якості. Продукти без глютену, лактози і без ГМО. Вони включають білок, клітковину та жири, щоб забезпечити кожен порцію такими ж поживними речовинами, як повноцінна їжа. Feed випускається у вигляді харчових батончиків або напоїв у пляшках та шейкерах. Компанія не має наміру повністю замінити традиційну їжу, натомість, мета — запропонувати здорову альтернативу.



Algama. Паризька компанія з виробництва харчових технологій Algama знаходить способи перетворити мікроводорості в смачне, стійке, багате на білки джерело харчування для щоденного споживання. Компанія Algama вже випустила Springwave – природний напій на основі спіруліни. Ці мікроводорості, ймовірно, відіграватимуть ключову роль у світовому постачанні продуктів харчування завдяки своєму унікальному вмісту білка та низькому впливу на навколишнє середовище під час процесу виробництва.

Фіолетовий хліб. У Національному університеті Сінгапуру запропоновано новий фіолетовий хліб з використанням антоціанінів, витягнутих з чорного рису.



Антоціанін дає природний виноградний пігмент, який також є у лохини й солодкій картоплі. Дослідження показали, що антоціани можуть допомогти запобігти серцево-судинним, неврологічним захворюванням та раку, а також відіграють роль у боротьбі з ожирінням та діабетом, оскільки вони можуть гальмувати травні ферменти та знижувати рівень глюкози. Поки що купити такий хліб не вийде. Проте є надія, що згодом люди обов'язково його скуштують.

Борошно з цвіркунів. Протеїн із комах – майбутнє сільського господарства. Два мільярди людей вже харчуються комахами. Це екологічно чисте та невичерпне джерело білку – 70% протеїну. Звична нам яловичина лише на 29%, а курятина – 31%. Комах легко вирощувати і врази дешевше ніж худобу. Існують цілі ферми кормових комах. А ферми тарганів – один із найрентабельніших видів агробізнесу. В хід йдуть навіть скорпіони та найпопулярніші – цвіркуни.

Одна з останніх розробок вчених – **борошно з цвіркунів**. Медики запевняють, що воно корисніше ніж з рослин. А найвідоміші кухари вже печуть з нього хліб. Єдине що може відштовхнути – ціна. Кілограм такого борошна коштує 500 гривень. Проте, якщо такий продукт вирощувати в Україні, він буде набагато дешевшим.

Сфера виробництва продуктів харчування в сучасних умовах є найбільш динамічним сектором економіки багатьох країн, що зазнає активних та різнобічних трансформацій. Зумовленість інтенсивного зростання цієї сфери як особливостями актуального інформаційного етапу розвитку суспільства, так і досить стійкими, однак суттєво диференційованими потребами споживачів, знаходить відображення в щораз активнішому впровадженні у виробництво продуктів харчування новітніх технологій і процесів, які в сукупності є основою для подальшого інноваційного розвитку сфери виробництва продуктів харчування.

Важливим напрямом трансформації сфери виробництва продуктів харчування в Україні є її модернізація – як організаційно-економічна, так і технологічна. Власне технологічне оновлення відбувається нерегулярно і часто за рахунок застарілих «уживаних» технологій, які не можуть забезпечити достатньої якості вихідної продукції та високої рентабельності виробництва. У цьому контексті незамінною є роль державного регулювання, яке в більшості країн світу є дієвим засобом інтенсифікації інноваційного розвитку надзвичайно важливої для забезпечення життєдіяльності суспільства сфери виробництва продуктів харчування.

Зважаючи на місце гуманоцентричного підходу до розуміння категорій продовольчої безпеки та інноваційного розвитку сфери виробництва продуктів харчування, слід відзначити перспективний характер подальших досліджень у цьому напрямі, які б спиралися на актуальний зарубіжний досвід і глибокий аналіз сучасних особливостей розвитку національної системи продовольчого забезпечення населення.

Нут, або турецький горох – рослина родини бобових. Останніми роками нут набуває все більшої популярності у аграріїв України. Справа в тому, що це посухостійка, жаростійка і невибаглива до родючості землі культура, здатна порадувати урожаєм навіть в екстремальних умовах на відміну від гороху та квасолі.



Нут або турецький горох

В наш час турецький горох вирощують 50 країн світу, але лідерами є Індія, Пакистан, Іран та Туреччина. Нут визріває в стручках на невеликих кущах. В залежності від різновиду, боби можуть бути жовтого, червоного, темно-зеленого або коричневого кольору. Стручки нуту коротенькі, надуті, в кожному по 1–3 горошини.

Рослина самозапильна, запилення найчастіше відбувається у фазі закритої квітки, але іноді можливе перехресне запилення. Завдяки багатому корисними речовинами складу, нут активно використовують у багатьох дієтах. За своєю поживністю він здатний конкурувати з м'ясними стравами, а за показниками корисності – перевершує їх. Боби нуту містять до 30% білка, 50–60% вуглеводів, до 7% легких жирів, лізин, вітаміни В1, В6, метіонін, фолієву кислоту, багато заліза і марганцю, мікроелементи калій, магній, фосфор. Також він містить розчинні і нерозчинні рослинні волокна, що покращує роботу травної системи, позбавляє від закріпів і дозволяє придушити зростання гнильної мікрофлори в кишечнику.

Білок нуту отримують з нуту (**Cicer arietinum**) з використанням різних процесів екстракції. Вони можуть бути засновані або на ізо-електричній точці рН, класифікації повітря, або на ферментативної обробки та розділення. Нут у своєму природному стані містить 16–24% білка як крохмаль, харчові волокна, залізо, кальцій і додаткові мінерали. Концентрація білка варіюється в залежності від сорту нуту.

Турецький горох має вкрай низький глікемічний індекс – 35, та й метіонін, що міститься в нуті, здатний знижувати холестерин і відмінно регулює рівень цукру крові. Велика кількість заліза покращує показники крові, а марганець покращує стан нервової системи. У порівнянні зі звичайним горохом і квасолею, він значно багатший корисними речовинами, і організмом вони засвоюються швидше. Нут багатий протеїном і представляє собою відмінне

джерело рослинної білкової їжі для вегетаріанців і людей, які постують. Він має досить високу калорійність:

320 ккал на 100 г продукту.

Продукт може виступати як замітник тваринного білка, такого як яечний білок, молочний білок, м'ясо. Він не містить глютену і не входить до списку алергенів. Білок діє як емульгатор, який поєднує воду та жир, сприяючи створенню стабільної в'язкої маси. Його можна використовувати як сировину в гарячих або холодних цілях. Приклади продуктів, які можуть бути засновані на нутному білку, включають безлактозний йогурт, напої на рослинній основі, енергетичні батончики з високим вмістом білка, пікантні закуски, випічка, без яєць майонез, замітники м'яса та ін.

Перший у світі текстурований білок із нуту був комерціалізований у США. Цей білок дає можливість створити білкову структуру м'яса на рослинній основі без ГМО, і при цьому не поступається сої та гороху за функціональністю та поживними характеристиками.

Білок нуту має кілька корисних поживних властивостей:

- він містить значну кількість незамінних амінокислот;
- багатий на ненасичені жирні кислоти;
- його можна використовувати як замітник яєць у випічці.

Щоб отримати необхідні організму корисні речовини, достатньо з'їдати 100 г вареного нуту на день. А щоб насититися, достатньо всього 30 грамів – це означає, що 100 грамів можна розбити на кілька прийомів їжі. Якщо слабкий шлунок, то медики рекомендують почати з мінімальних порцій та обмежитись 30 грамами нуту на день.

Вживання нуту уповільнює процес старіння шкіри та всього організму в цілому, тому його використовують при очищенні шкіри та видаленні ластовиння. Після масляного тайського масажу застосування нутової пудри

перетворює шкіру на шовк. Сучасники використовують нут як харчовий та косметичний продукт терапевтичного впливу.

У турецького гороху нейтральний смак із легкою горіховою ноткою, що дозволяє застосовувати його для приготування різноманітних страв: від супів до десертів. Популярне у багатьох країнах борошно бесан також готується з цих бобів і є основним інгредієнтом для приготування коржів, макаронних виробів і дитячої каші. Обсмажені і подрібнені боби з додаванням родзинок, насіння кунжуту або волоських горіхів застосовують у приготуванні національних солодощів. Вміст білка в насінні нуту залежно від сорту варіюється від 20,1% до 32,4%. Хоча білка в нуті небагато, менше ніж в решті бобів, але його якість і легка засвоюваність, а також насиченість найважливішими амінокислотами у нуту найвищі. За показниками харчової цінності, а також за сумою незамінних амінокислот (38,51%) і кількості основних з них: метіоніну (3,11%), триптофану (1,10%), лізину (7,65%), ізолейцину (6,81%) нут перевищує окремі зернобобові культури. За цим показником він поступається лише сої, перевищуючи при цьому квасолю, сочевицю і горох на 3–7%.

Нут також містить: 50–60% вуглеводів (легкозасвоюваних вуглеводів), до 7% жирів (залежно від сорту цей показник варіюється), розчинні і нерозчинні харчові волокна. Розчинні волокна допомагають виводити з організму «шкідливий» холестерин, а нерозчинні – сприяють виведенню шкідливих речовин із кишечника.

В умовах глобального потепління клімату неабияку цінність має нут – важлива жаро- та посухостійка культура, яка, серед бобових, займає третє місце після сої та квасолі. Нут відноситься до числа так званих нішевих культур і вирощується на території України в незначних кількостях. Останнім часом бобові стають все більш затребувані переробниками. Попит на продукти їх переробки за кордоном давно перевищує пропозицію. Обсяг світових

продажів нуту становить майже 1 млн т. Україна має потенціал вирощувати цю культуру не менше, ніж на 1,5 млн га і отримувати мінімум 2 млн т продукції. Розширення посівів нуту в південному регіоні країни є явищем своєчасним та бажаним і рушійною його силою, перш за все, виступає бізнес-інтерес. Не менш важливими є обставини, пов'язані з кліматичними явищами – а саме з посиленням посухи, яка супроводжується значними загрозливими коливаннями температури, що об'єктивно вимагає пошуку культурних рослин з адекватними до цих змін властивостями. Саме такою культурою є нут. Його рослини мають дрібне листя, вкрите мілкими волосками, а в клітинах різних органів спостерігається високий осмотичний тиск. Отже це типовий ксерофіт. Крім агротехнічних вигід нут має й значну економічну привабливість: за належної агротехніки і залежно від погодних умов урожайність насіння нуту варіює в межах 1,4–3,0 т/га. Важливим також є те, що попит (а значить і ціна) на нут вища, ніж на сою, не кажучи вже про горох. До того ж він не має специфічних шкідників, як інші бобові культури (горохові зерноїд, плодожерка, трипс та ін.). Вирощування екологічно чистої продукції нуту за відповідними цінами для експорту може бути привабливим для сільгоспвиробників різних форм власності.

В Україні сприятливі умови для вирощування нуту забезпечуються в Запорізькій, Миколаївській, Одеській та Херсонській областях. За даними Державної служби статистики в Україні відзначається стійке зниження площі посіву зернобобових культур – з 373,8 (2011 рік) до 227,1 га (2017 рік), тобто на 39,2%. Аналогічна закономірність простежується і в площі посіву нуту. Найбільша площа посіву цієї культури була в 2013 році – 34,9 тис.га, але в 2017 році відбулося значне зниження – в 2,6–3,9 рази. Це пояснюється відсутністю стійкої державної цінової політики щодо зерна нуту та розроблених регіональних технологій вирощування культури в різних агроєкологічних умовах. Як видно з статистичних даних у сільськогосподарських

товаровиробників є усі передумови перепрофілювати своє виробництво на вирощування нових високоліквідних зернобобових культур, зокрема нуту. Впровадження у виробництво цієї культури дасть можливість не тільки отримувати високі та стійкі врожаї за різних умов зволоження, а також привести структуру посівних площ у відповідність до науково-обґрунтованих норм, поповнити ґрунт біологічним азотом, поліпшити мікробіологічний та фізичний стан ґрунту, тощо, але за умови виконання науково-обґрунтованої технології вирощування.

4.3. Цінність рослинного протеїну для організму людини

Протеїн, як і вуглеводи і жири – основна поживна речовина і джерело енергії для організму. Білок входить до складу м'язів і кісток, захищає нашу імунну систему, виступає провідником реакцій в якості ферменту, переносить кисень по клітках. Білок необхідний для нормальної життєдіяльності клітин і регулярного їх поновлення. Середня потреба людини в білку становить близько 1 грама на 1 кілограм ваги. При заняттях фізичною працею, регулярних спортивних навантаженнях і в силу особливостей харчування (вегетаріанцям) ця норма збільшується. Якісний білок – це білок в легкозасвоюваній формі, з великим вмістом незамінних амінокислот. Засвоюваність білка – це параметр, який визначає скільки білка з їжі всмоктується організмом. У тваринному білку немає клітковини, яка при проходженні через шлунково-кишкового тракту, забирає частину білка. У рослинній їжі клітковина є.

Цінність білка визначається набором тих амінокислот, які в нього входять. Найважливішими для людини є 9 з 20 (8 для всіх і плюс ще одна для дітей), оскільки в організмі вони не синтезуються. Їх потрібно отримувати в достатній кількості з їжею. Особливо важливо це в період активного росту людини і для спортсменів (для набору м'язової маси). Протеїни розділяють на дві великі групи: тваринні і рослинні.

Рослинний білок в порівнянні з твариною безпечніший в плані алергічних реакцій і краще засвоюється. До того ж крім амінокислот рослинна їжа містить клітковину, необхідні вітаміни і мінерали, корисні омега-3 жирні кислоти. Регулярне вживання їжі, багатой рослинним протеїном – важливий крок до здорового збалансованого харчування.

Всі переваги білка, одержуваного з рослинних продуктів:

- амінокислоти всередині протеїну позитивно позначаються на роботі серцево-судинної системи;
- білок зміцнює імунітет, підвищуючи опірність до подразників;
- стимулює вироблення «корисного» холестерину в крові,
- знижуючи «шкідливий» (його не можна сказати про тваринному білку);
- сприяє відновленню кишкової мікрофлори;
- підтримує вагу в нормі;
- покращує метаболізм завдяки легкої засвоюваності;
- не виробляє токсинів;
- не викликає алергічних реакцій;
- благотворно відбивається на стані епітелію – шкіри і волосся;
- стійкий до термообробки;
- крім білка, в складі продуктів є вітаміни і мікроелементи, що підсилюють його користь і теж допомагають імунітету, серцю, судинам, нервовій системі і кістковій тканини.

Найбільш популярні види рослинного білка є зернобобові рослини, а саме.

Сосвий – найбільш наближений до тварин за складом амінокислот. Але, на превеликий жаль, біодоступність білка цього продукту досить низька, тому засвоюється приблизно тільки дві третини, якщо не половина. З кормової сої в процесі виробництва отримують ізолят соєвого білка, максимально

очищений від жирів і вуглеводів. До недоліків ще можна віднести зміст фітоестрогенів і той факт, що соя може бути генomodифікованою.



Ізолят соєвого білка

Гороховий – очищений ізолят протеїну. Початкове сировину має мало жиру, всього 1,6 грам на 100 грам продукту. Це менше, ніж у інших рослинних джерел. Продукт очищений від викликають дискомфорт в травному тракті речовин, що знаходяться в бобових. Такий білок має найкращу ступенем засвоєння (до 98%). У 100 грамах продукту міститься близько 90% чистого протеїну. До недоліків можна віднести гіркуватий специфічний смак. Детальніше про гороховому протеїні;



Ізолят горохового білка

Рисовий – повноцінний рослинний джерело амінокислот. Рис добре засвоюється і в складі містить клітковину (1 г на 100 г рису), а також мінерали

та вітаміни групи В. Найбільш рідко зустрічається серед марок спортивного харчування і частіше в якості додаткового інгредієнта в комплексних добавках;



Ізолят рисового білка

Конопляний – білок, який отримують із насіння конопель, позбавлений наркотичних ефектів, що містить всього 50% білка на 100 грам. Рослинний протеїн багатий жирними кислотами: Омега-3, Омега-6, харчовою клітковиною, амінокислотами, в тому числі ВСАА. Продукт добре засвоюється;



Ізолят конопляного білка

Нутовий – вміст білка в насінні нуту залежно від сорту варіюється від 20,1% до 32,4%. Хоча білка в нуті небагато, менше ніж в решті бобів, але його

якість і легка засвоюваність, а також насиченість найважливішими амінокислотами у нуту найвищі. За показниками харчової цінності, а також за сумою незамінних амінокислот (38,51%) і кількості основних з них: метіоніну (3,11%), триптофану (1,10%), лізину (7,65%), ізолейцину (6,81%) нут перевищує окремі зернобобові культури. За цим показником він поступається лише сої, перевищуючи при цьому квасоллю, сочевицю і горох на 3–7%.



Ізолят нутового білка

Зернобобові культури є головним джерелом високоякісного білка на планеті Земля. За їх рахунок задовольняється значна частина потреб людей на продовольство і зростаючі витрати на годування сільськогосподарських тварин і птиці. Для доказу цього достатньо навести наступні цифри. В кінці минулого століття в загальному обсязі білкових ресурсів на харчові цілі використовували 68-70% рослинного і 30–32% тваринного білка, а в балансі кормового – рослинний білок становить 95%. Такі продукти не містять холестерину, в них дуже мало жиру, що дозволяє істотно подовжити продуктивний період життя людей. Зростаючий попит на рослинні протеїни з поліпшеними поживними якостями і нейтральним смаком сприяє пошуку нових інноваційних білків, що відрізняються від сої та гороху. Їх називають протеїнами наступного покоління, вони характеризуються високими функціональними параметрами і поживною цінністю.

4.4. Мікопротеїн, його історія виникнення та характеристика

Проблема підвищення рівня білкового забезпечення в харчуванні населення, як і раніше, залишається актуальною. На сьогоднішній день вживання населенням білка є дефіцитним як в кількісному, так і в якісному відношенні. Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми головне і вирішальне місце належить залученню резерву білків рослинного походження. Нестачу білка в раціоні можливо ліквідувати за рахунок використання нетрадиційних джерел рослинного походження. При впровадженні нового виду білкових продуктів харчування крім харчової та біологічної цінності необхідно оцінювати їх якість з точки зору технологічних показників та фізико-хімічних властивостей, які мають дуже велике значення.

За останні роки стали збалансованим джерелом живильних речовин для харчування та корму такі культури: бобові, горіхи, гриби, соя, тофу. Нові сорти, так і як польовий горох, звичайна квасоля та сочевиця все більше споживають у всьому світі. Ці культури дають перспективну альтернативу новим продуктам харчування та кормових продуктів з високою комерційною цінністю.

Їстівні гриби є цінним продуктом харчування. У них білків міститься більше, ніж в овочах. При цьому білок грибів включає всі незамінні амінокислоти. Гриби часто називають рослинним м'ясом через великий вміст в них білка.

На сьогоднішній день дуже актуальна тема заміни м'яса рослинними білками. Рослинне м'ясо – продукт відносно новий для нашої країни. Люди активно шукають різноманітності у харчуванні та нові пропозиції, тому замітники м'яса користуються популярністю. Окрім того, рослинні продукти повністю відповідають концепції здорового харчування: у них збалансований склад, вони не містять гормонів, холестерину та тваринного білка, багаті на

вітаміни та мінерали. Рослинні замітники м'яса підходять не лише веганам та вегетаріанцям, але й тим, хто хоче урізноманітнити своє харчування.

В основі м'яса з рослин лежить рослинний білок, який отримується з сої, гороху, пшениці, рідше – з соняшника, грибного міцелію, квасолі, картоплі.

Гриби – є одними з найстаріших харчових продуктів, відомих людям з доісторичних часів. Гриби не містять жирів і вуглеводів. Вони є єдиним рослинним джерелом вітаміну D, який утворюється в них внаслідок їх впливу сонячного світла. Унікальний хімічний склад робить їх не тільки смачним продуктом харчування, алей потужним засобом для лікування та профілактики деяких серйозних захворювань.

На початку 1960-х років вчені були стурбовані тим, як прогнозоване зростання населення світу призведе до повної нестачі продовольства. Британський промисловець Джозеф Артур Ренк, голова компанії Rank Novis McDougall, великого виробника зернових, прагнув знайти новий продукт, який міг би прогодувати населення. Директор з досліджень, доктор Арнольд Спайсер вважав, що їжа має бути не лише поживною, а й смачною. У результаті вчені дійшли висновку, що гриби можуть бути найкращим рішенням завдяки своїй ниткоподібній клітинній структурі. У 1967 році вчені відкрили *Fusarium venenatum*. Новий продукт спочатку був позначений як А3/5, а в 1974 Комітет з харчових стандартів Великобританії назвав його «мікопротеїном». Десятьма роками пізніше він був схвалений для використання у комерційних продуктах. У 2002 році мікопротеїн визнаний безпечним Управлінням з контролю якості харчових продуктів і лікарських засобів США.

Ще в 1985 році у Великобританії компанія Marlow Foods передбачила зростання популярності безм'ясної дієти й почала виробляти новий продукт Quorn. Це лінійка продовольчих продуктів, які випускають на базі грибниць цвілевих грибів *Fusarium venenatum*. У лінійці є продукти повністю з рослинних

інгредієнтів. Ця продукція продається в Німеччині, Великобританії, Швейцарії, як напівфабрикат, а також у вигляді котлет або ковбас.

Гриби вирощують у бродильних чанах і переробляють наданням відповідної текстури, що необхідна для виготовлення продукції, подібної на м'ясу. Зазвичай для виробництва заміників м'яса використовували гриби, що ростуть у формі ниткоподібних клітин, бо вважалося, що вони мають текстурні властивості, які нагадують м'ясну продукцію. Але на практиці, щоб отримати необхідну структуру, до продукції необхідно додавати зв'язуючі речовини, такі як яечний альбумін та ароматизатори залежно від кінцевого продукту. Шляхом екструзії отриманої маси вдається досягти структурних властивостей, подібних на властивості м'ясної продукції.

Основним інгредієнтом, завдяки якому Quorn з'явився, є сушена грибна маса, а саме *Fusarium venenatum*. Як один з видів цвілі, такий інгредієнт спочатку може викликати огиду, бо як можна їсти котлети з цвілі? Однак варто пам'ятати, що багато інших продуктів також виробляються саме завдяки цвілі. Вельми цікаво складається ситуація з патентом на використання технології виробництва мікропротеїну, з якого складається фарш Quorn. З 2010 року вона доступна у всіх країнах Європейського Союзу, хоча назва Quorn досі залишається власністю Marlow Foods. На жаль, цей продукт досі неможливо знайти в українських магазинах, попри тривалу присутність марки на світовому ринку. Quorn можна купити тільки в деяких магазинах, що продають веганські або органічні продукти в сусідній Польщі. В Україні про цей замітник м'яса досі практично ніхто й не чув.

Quorn – замітник м'яса, що має у своєму складі протеїн гриба *Fusarium venenatum*, що вирощується в промислових масштабах шляхом ферментації.

Мікорена (мікопротеїн, «грибковий білок») – це харчовий продукт, що складається переважно з міцелію гриба. При його виробництві використовується штам *Fusarium graminearum*, виділений із ґрунту.

Сьогодні мікопротеїн виробляють на дослідній установці методом безперервного вирощування. Як субстрат використовується глюкоза та інші

поживні речовини, а джерелами азоту служать аміак та амонійні солі. Після завершення стадії ферментації культуру піддають термообробці для зменшення вмісту рибонуклеїнової кислоти, а потім міцелій відокремлюють методом вакуумного фільтрування. В результаті отримуємо блідо-жовту тверду речовину зі слабким смаком грибів. Для різноманітності до мікопротеїну можуть бути додані різні ароматизатори та смаки. Мікопротеїн досить універсальний, тому з нього можна виготовити широкий асортимент вегетаріанських та веганських м'ясних продуктів.

Мікопротеїн відрізняється високим вмістом білка та клітковини, а також низьким вмістом жирів, холестерину, натрію та цукру. У 100 г мікопротеїну міститься 11 г білка, 6 г клітковини і 0 г холестерину. Одне дослідження показало, що регулярне споживання мікопротеїну може знизити рівень холестерину через високий вміст клітковини. Він також може сприяти м'язовому синтезу, контролювати рівень глюкози та інсуліну, підвищувати насиченість організму. Також мікопротеїн багатий на незамінні амінокислоти (ЕАА) – будівельні блоки білка. Його ЕАА у відсотковому відношенні до білка становить 41%, що вище, ніж більшість інших заміників м'яса.

Середній склад мікопротеїну та порівняння його
зі складом яловичини.

Компоненти	Склад, % (на суху вагу)	
	Мікопротеїн	Біфштекс
Білки	47	68
Жири	14	30
Харчові волокна	25	Сліди
Вуглеводи	19	0
Зола	3	2
РНК	1	Сліди

Мікопротеїн здатний забезпечити більше почуття ситості, ніж традиційні джерела білка, такі як курка і має низьку калорійність. Мікопротеїн багатий на клітковину і білок, але містить дуже мало жиру, що робить його бажаним джерелом їжі для споживачів, які намагаються обмежити споживання жирів, але при цьому дотримуватися дієти з високим вмістом білка.

В даний час продукти Quorn продаються у 19 країнах світу. Поки що Quorn – єдиний бренд, який використовує мікопротеїн, але в найближчому майбутньому ситуація може змінитися. Шведський стартап Mucogena нещодавно розробив мікопротеїновий продукт під назвою Promus. Білок на основі грибів має волокнисту, м'ясоподібну текстуру та нейтральний смак. Його можна використовувати для приготування нагетсів, гамбургерів та фрикадельок. Нещодавно компанія отримала 429 тисяч Євро інвестицій та відкрила нове підприємство. Засновник і генеральний директор Рамкумар Наїр називає Mucogena «інгредієнтним» брендом, доступним для всіх харчових компаній, які хочуть виробляти високоякісні та смачні веганські продукти».

Переваги мікопротеїну:

- він низькокалорійний, що дає змогу отримати білок без зайвих калорій;
- у складі є клітковина, що позитивно впливає на травлення та зменшує кількість цукру у крові;

- підходить для вегетаріанців, веганів та людей з алергією на продукти тваринного походження;

- є більш ситним за інші білки, що зменшує переїдання;

Недоліки:

- незважаючи на те, що цей протеїн містить усі необхідні амінокислоти, їх менше, ніж у курці чи яловичині;

- такий вид протеїну не може підходити людям із алергією на гриби;

- через велику кількість клітковини, може з'явитися дискомфорт у кишечнику.

Основним недоліком може бути те, що мікропротеїн не продається сам собою як сировина, а доступний лише у вигляді готових напівфарикатів. Тому вся його корисність може бути зведена нанівець великою кількістю солі, олії та різних добавок.

Потепління клімату може здаватися не поганою, а часом навіть бажаною подією. Зими стають м'якшими, літо ще теплішим. Все частіше звучать питання чи будуть в Україні рости бананові гаї та різні екзотичні субтропічні фрукти. Однак, насправді, вже змінюються і надалі будуть змінюватися кліматичні умови, які здавалися непорушними, про трансформацію яких нещодавно навіть не думали. Наприклад, європейці першими відчули зміну клімату на побутовому рівні, адже французькі вина, які століттями вважалися еталонними, стрімко змінюють свої властивості (якість) разом зі зміною клімату.

Наслідки зміни клімату для сільського господарства країни в цілому та для фермерських господарств зокрема досить складні та неоднозначні. Зміна клімату може мати і деякі позитивні прояви. З великою вірогідністю встановлено, що потепління до 2–2,5°C може сприяти збільшенню урожайності багатьох сільськогосподарських культур (зокрема пшениці) на нашій території при деяких регіональних відмінностях. За межами цього потепління врожайність усіх культур буде зменшуватися. Наразі підвищення температури в Україні вже становить 1–1,5°C й наближається до 2°C. Вже майже немає територій із обмеженими тепловими ресурсами для вирощування теплолюбних культур (кукурудзи, сої). Водночас, стрімке та надмірне накопичення тепла скорочує вегетаційний період, сприяє передчасному досягненню різних культур і може призвести до зменшення врожайності.

Веgetаційний період для вирощування сільськогосподарських культур вже починається та буде наставати раніше і триватиме довше, що сприятиме збільшенню продуктивності рослинництва. У південній частині України

підвищення температури та подовження вегетаційного періоду дозволять фермерам вирощувати по два врожаї деяких культур за умови зрошення. Безперечно позитивним наслідком зміни клімату є суттєве потепління зимових місяців, відповідно, і зменшення ризиків вимерзання озимих культур. Зимовий період скоротився майже на місяць і це створює умови для більш ранньої сівби ярих культур. Період активної вегетації сільськогосподарських культур вже подовжився на 10 днів і більше. Це додаткові можливості для вирощування усіх видів теплолюбних сільськогосподарських культур. Ефективність опадів зменшується внаслідок підвищення температури повітря, а підвищення температури ще на 1°C загрожує Україні зникненням і так невеликої зони достатнього зволоження (Полісся та західний Лісостеп) і переходом цієї зони до нестійкого та недостатнього зволоження. Декілька років поспіль у поліських областях та областях західного Лісостепу випало вкрай мало опадів.

В останні роки спостерігається тенденція до збільшення території із недостатньою кількістю опадів у теплий період (менше 400 мм), які необхідні для вирощування усіх сільськогосподарських культур. Клімат вже став більш посушливим на всій території країни. Стрімке зростання теплових ресурсів та майже незмінна кількість опадів, як річних так і весняно-літнього періоду, вже призводить до збільшення повторюваності посухи та поширення її у західні та північні райони. Останніми роками посухи спостерігалися в районах, в яких їх раніше не було. Розраховані індекси посушливості клімату за останнє десятиріччя свідчать про суттєве збільшення території недостатнього зволоження. Площа, де необхідні епізодичні поливи, вже набагато більша, ніж вся степова зона України, яка у 90% випадків потребує поливу.

Підвищення температури повітря збільшує ризики виникнення лісових пожеж, а коли до цих умов додається і посуха, результати можуть бути катастрофічними. Істотне потепління взимку, незначне промерзання ґрунту та раннє настання весняних процесів сприяють збільшенню кількості та площ

осередків шкідників та хвороб сільськогосподарських культур і лісу. За оцінками експертів у період 2011–2016 років вони зросли майже на 25%, порівняно із попереднім п'ятиріччям та продовжують збільшуватись у геометричній прогресії. Надалі ймовірна міграція шкідників, не характерних для території України, збільшення їх чисельності та кількості поколінь. Внаслідок високих температур повітря у літні місяці вже збільшилися потреби тварин у питній воді, доступності, кількості та якості кормів. Відповідно зростають витрати на утримання тварин, збільшується собівартість продукції. З великою ймовірністю більш високі температури призведуть до зниження темпів приросту живої маси тварин, зменшення надоїв молока та зменшення вмісту в молоці жирів та білків. Також можлива зміна структури посівних площ овочевих культур. З одного боку, можливий перехід до пізньостиглих, більш урожайних сортів традиційних культур та впровадження нових теплолюбних видів, збільшення урожайності. З іншого боку, цьому заважатиме збільшення дефіциту вологи у шарах ґрунту, де розміщена коренева система овочевих культур та коренеплодів, що означає неоднозначний по території ефект у кінцевому підсумку. Для того, щоб ефективно використати деякі сприятливі аспекти зміни клімату (наприклад збільшення теплових ресурсів і можливість за рахунок цього вирощувати більший набір культур та їх сортів) необхідна адаптація (приспосовання) до зміни клімату на всіх рівнях – від кожного фермерського господарства до країни в цілому.

Деякі вигоди від потепління, скоріш за все, будуть короткочасними і вже за 15–20 років ймовірно суттєве скорочення врожайності більшості сільськогосподарських культур у зв'язку зі збільшення частоти та інтенсивності посухи. Негативного впливу від зміни клімату зазнають водні ресурси. Прогнозується деяке збільшення середнього стоку всіх основних річок України, але, водночас, зростатимуть і витрати води. Для зменшення негативних наслідків зміни клімату фермерським господарствам необхідне

впровадження адаптаційних заходів за всіма напрямками, як використання більш екологічних підходів та зміна технологій, так і перегляд управлінських рішень та інше.

4.5. Топ 5 стартапів FoodTech, які розробляють альтернативні протеїни

1. **Innovorpro** – протеїн нуту Багато споживачів висловлюють занепокоєння щодо генетично модифікованої сої, а також загального використання пестицидів і фітоестрогенів під час вирощування бобів. Це стимулює попит на альтернативні рослинні білки, які також обслуговують сільськогосподарські культури. Нут є хорошою білковою альтернативою сої, оскільки не містить фітоестрогенів, алергенів і глютену. Крім того, нут має нейтральний смак, колір і хорошу поживність. Ізраїльський стартап Innovorpro виробляє 70% білкового концентрату нуту. Білок має нейтральний смак, емульгуючі та піноутворюючі властивості, його можна використовувати як у холодному, так і в теплом застосуванні. Білкові концентрати Innovorpro є відповідними інгредієнтами для широкого спектру продуктів, включаючи веганські бургери, веганське морозиво, немолочні молочні продукти, веганський майонез та запечені закуски.

2. **Alver** – білок водоростей Ще одна чудова альтернатива білкам тваринного та рослинного походження – білок водоростей. Білок водоростей вимагає менше води і виділяє менше вуглекислого газу (CO₂), ніж традиційні білки, особливо тваринні. Однією з основних проблем для більш широкого поширення білка на основі морських водоростей є його специфічний смак і запах. Стартапи використовують інноваційні технології та процеси ферментації для виробництва білка водоростей нейтрального смаку та запаху. Швейцарський стартап Alver використовує ферментацію для виробництва веганського

білкового порошку із золотистих водоростей Chlorella. Цей білок на основі водоростей має нейтральний смак і, отже, добре поєднується з різними рецептами. Протеїновий порошок Alver також містить вітаміни B1, B2 і B6, а також кальцій, залізо, магній, фосфор і цинк.

3. Plantible Foods – білок ряски Ряска, вільно плаваюча мікрководна рослина, також відома як водна сочевиця або лемна, є джерелом альтернативного білка. Ряска має ряд переваг перед звичайними джерелами білка. Для вирощування ряски не потрібні сільськогосподарські угіддя, зрошення або використання пестицидів, гексану чи інших токсичних хімікатів. Крім того, вода, яка використовується у виробничому процесі, переробляється через систему замкнутого циклу. Крім того, ряска має природний швидкий темп зростання, що дозволяє збирати врожай щодня. Американський стартап Plantible Foods виробляє протеїн ряски, використовуючи екологічно чисті процеси вирощування та екстракції. Запатентований процес вирощування аквакультури в приміщенні не використовує пестициди і переробляє майже 95% води. Білок Plantible Foods має нейтральний смак, запах і колір, що робить його придатним для використання в широкому спектрі продуктів і рецептів. Білок також не містить звичайних алергенів.

4. Amai Proteins – солодкий білок. Вживання доданого цукру у великих кількостях небезпечно для здоров'я людини. Надмірне споживання цукру пов'язане з підвищенням артеріального тиску, запаленням, збільшенням ваги, діабетом та підвищеним ризиком серцевого нападу та інсульту. Але багатьом людям важко відмовитися від солодких продуктів і напоїв, часто ризикуючи своїм здоров'ям. Чудовим рішенням цієї проблеми зі здоров'ям є солодкий білок без цукру, який зв'язується з рецепторами солодкого смаку людини так само, як цукор. Amai Proteins – ізраїльський стартап, який виробляє здоровий солодкий протеїн. Продукт має нульовий глікемічний індекс, нуль калорій і термостабільний. В результаті цей продукт застосовний на ринку масового

харчування і дешевше цукру в одиницях солодощі. Amai Proteins у виробництві застосовує Agile Integrative Computational Protein Design (AI-CPD) (метод гнучкого інтегративного обчислювального проектування білків) і точну ферментаційну біотехнологію.

5. Мікорена – грибовий білок. Мікопротеїн, білковий екстракт їстівних грибів, є екологічно чистою альтернативою м'ясу та іншим білкам тваринного походження. Останні дослідження показують, що виробництво мікопротеїнів генерує значно нижчі викиди парникових газів, ніж яловичина та курка. Мікопротеїни також використовують значно менше ресурсів, з точки зору землі та води, порівняно зі звичайним виробництвом яловичини. Стартапи розробляють інноваційні технології, які дозволяють використовувати ще більш стійкі мікопротеїни, наприклад, використання органічних залишків із потоків сільськогосподарських відходів. Шведська компанія Mucorena розробляє стійкі процеси для перетворення сільськогосподарських відходів у продукти з високим вмістом білка. Компанія використовує органічні відходи як сировину для вирощування їстівних грибів. Mucorena використовує ферментацію для створення Promus, продукту з нейтральним смаком, текстурою, схожою на м'ясо, і поживним вмістом білка (60%) і клітковини (12%).

Питання для самодіагностики знань

1. Охарактеризуйте роль рослинних білків в харчовому виробництві.
2. Що представляє собою «альтернативне м'ясо», його користь та можливі недоліки?
3. Обґрунтуйте складові молекулярної гастрономії або кухні, «страви в пляшці».
4. Які переваги має білок нуту перед іншим відомими білками?
5. Якими критеріями визначається цінність рослинного білка?
6. Дайте характеристику мікопротеїну або «грибовому білку».

Охарактеризуйте переваги та недоліки мікопротеїну у разі застосування в окремих харчових технологіях

5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАКАРОННОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1. Технологія макаронних виробів швидкого приготування

Вважається, що макаронні вироби були завезені з Азії (Китаю) в Італію в середні віки (XIII ст.) відомим мандрівником Марко Поло і поступово поширилися в Європі. Промислове виробництво почалося у XVIII столітті, а в тодішній Росії першу макаронну фабрику було побудовано в м. Одеса у 1797 році. Проте це було кустарне виробництво. Механізоване виробництво макаронних виробів розпочалося в 60-х роках XIX століття, тобто понад 160 років тому. Механізація полягала, перш за все, у встановленні гідравлічних пресів. В 30-х роках XX століття в Італії, а в 60-х роках у нашій країні – це вже високомеханізоване виробництво з впровадженням шнекових пресів, конвеєрних сушарок, механізацією складських робіт тощо. На сьогодні це високомеханізоване виробництво, на підприємствах встановлені автоматизовані поточні лінії, застосовуються сучасні прогресивні технологічні режими. Провідними фірмами з виробництва макаронних виробів та обладнання для нього є фірми Італії, Швейцарії, Франції, США.

Ринок макаронних виробів в Україні в даний час становить понад 130 тис. т в рік. Більш ніж 85 % об'єму українського ринку припадає на вітчизняних виробників. Проте останнім часом спостерігається спад виробництва. В даний час в Україні споживання макаронних виробів становить біля 4,0 кг в рік на одну людину.

Макаронні вироби мають низьку вологість, добре зберігаються і по-суті є консервами тіста. Це вироби, які швидко готуються, мало сухих речовин переходить у варильну воду (4–7%). Вони є порівняно недорогими, мають високу харчову цінність: містять 10–12% білків, 70–72% вуглеводів, 0,9–1,3%

жиру, 13% вологи. Енергетична цінність становить 330 ккал, вони добре засвоюються.

Залежно від виду борошна, з якого виготовляють продукт, макаронні вироби поділяють на групи А, Б, В :

- група А – макаронні вироби, виготовлені з макаронного борошна з твердої пшениці дурум, яке має відповідати вимогам ГОСТ 12307 «Борошно з твердої пшениці (дурум) для макаронних виробів. Технічні умови»;

- група Б – макаронні вироби, виготовлені з макаронного борошна з м'якої склоподібної пшениці, яке повинно відповідати вимогам ГОСТ 12306 «Борошно з м'якої склоподібної пшениці для макаронних виробів. Технічні умови»;

- група В – макаронні вироби, виготовлені з пшеничного борошна, яке має відповідати вимогам ГСТУ 46.004 «Борошно пшеничне. Технічні умови».

Дозволено використовувати для виробництва виробів макаронних груп А, Б, В борошно, відповідно, твердої, м'якої пшениці чи хлібопекарське, виготовлене згідно з іншими чинними нормативними документами чи закордонного виробництва, за наявності висновку центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.

До класу «екстра» відносять вироби, виготовлені з борошна вищого сорту на лініях закордонного та вітчизняного виробництва із застосуванням прогресивних технологічних режимів: глибокого вакуумування у тістовій камері преса, високотемпературних і надвисокотемпературних режимів сушіння. До першого класу відносять вироби, виготовлені з борошна вищого сорту із застосуванням традиційної технології та м'яких режимів сушіння. До другого класу – вироби, виготовлені з борошна першого сорту, незалежно від технології, яку застосовують.

Залежно від форми, макаронні вироби поділяють на типи: трубчасті, ниткоподібні (вермішель), стрічкоподібні (локшина), фігурні, а трубчасті вироби – ще й на підтипи за формою та довжиною.

Розрізняють такі підтипи трубчастих виробів: макарони – довгі трубчасті вироби довжиною не менш як 200 мм; ріжки – макаронні вироби, що мають кривизну, а за зовнішньою кривою довжина виробу становить не більш як 100 мм; пера – трубчасті вироби, що мають косий зріз і від гострого до тупого кута довжину 30–100 мм.

Вермішель швидкого приготування – спеціально оброблена (наприклад, обсмажена в олії) суха локшина, для приготування якої достатньо додати гарячу воду і приправи. Продукт дешевий і простий у приготуванні, що робить його одним з найпопулярніших страв у світі.

Вермішель швидкого приготування здобула популярність через зручність у приготуванні та доступність. Адже багато людей через зайнятість не мають часу на приготування їжі. Деякі офісні працівники навіть обідають на робочому місці, що робить таку їжу рятівником для них. Багато туристів віддають перевагу вермішелі швидкого приготування через зручність у транспортуванні і приготуванні. В даний час виробник продукту додає суміші вітамінів, мінералів, сухі овочі, різні сухі трави, що покращує якість продукту і приносять користь для організму.

Якість вермішелі швидкого приготування оцінюють по органолептичними і фізико-хімічними показниками. Брикети мають бути правильної форми, рівномірні за «товщиною». У розсипних концентратах допускаються нецільно злежалі грудочки. Колір, смак, запах, консистенцію визначають після приготування їх відповідних страв за способом, зазначеному на етикетках.

Одним з найбільших виробників вермішелі швидкого приготування в Україні є ТМ «Мівіна», компанія «Техноком», заснована в 1995 році, зараз стала частиною великого підприємства Nestle. Вже багато років є лідером на ринку, «Техноком» виготовляє 70 видів продукції для України, а також експортує її у 22 країни світу.

До 1996 року вітчизняний ринок такого товару не бачив. Його стали завозити з В'єтнаму і витратили немало зусиль на рекламу та пошуки фірм, які б зайнялись його просуванням на ринку. У 1997 р. реалізація вермішелі швидкого готування в Україні зросла в 12–15 разів.

Брикет вермішелі «Мівіна» готується за спеціальною технологією. Він проходить етап попереднього приготування на парі. Саме цей етап робить продукт таким ніжним на смак і практично готовим. А для приготування спецій для вермішелі використовується натуральні сушені овочі, зелень, духмяні спеції подрібнюються та змішуються в ідеальній пропорції для неповторного смаку.

Макаронні вироби швидкого приготування за формою поділяють на: ниткоподібні – вермішель та стрічкоподібні – локшина.

Асортимент розширюється за рахунок додавання різних покращувачів, або за рахунок розширення різних видів додаткової сировини, використаної при виготовленні макаронних виробів швидкого приготування.

Добавки, які використовують в макаронному виробництві, ділять на дві групи: збагачувальні: такі, що підвищують харчову цінність виробів, і смакові: такі, що впливають на смак і колір. До першої групи відносяться яєчні продукти (яйце, яєчний порошок, меланж), молочні (сухе цілісне молоко, сухе знежирене молоко, сир). У числі збагачувальних добавок використовують білкові ізоляти, харчові волокна, біологічно активні речовини (вітаміни В1), В2 і РР, мінеральні речовини. До другої групи відносять овочеві та фруктові

пасти, пюре і порошки, а також смакові та ароматичні речовини, що поліпшують властивості тіста. Для макаронних виробів можуть використовуватись столові яйця I категорії з масою одного яйця не менше 48 г і II категорії з масою не менше 43 г. Підготовка яєць до виробництва на фабриках – операція складна, тому в якості яєчних добавок найчастіше використовують яєчний порошок або меланж (заморожена суміш білка і жовтка).

Макаронні вироби швидкого приготування, як правило, виробляються з додаванням різних смакових добавок, бувають зі смаками:

- яловичини;
- свинини/бекону;
- грибів;
- курки;
- крабів/креветок;
- овочів;
- сиру.

В загальному плані, якість макаронних виробів оцінюють органолептичними та фізико-хімічними показниками. Крім того, загальні технічні вимоги за ДСТУ 7043 регламентують вміст токсичних елементів і мікотоксинів, вміст радіонуклідів. За ДСТУ 7043 макаронні вироби характеризуються органолептичними показниками: колір, стан поверхні, смак і запах, стан виробів після варіння. Колір виробів має бути однотонним з кремовим або жовтим відтінком, відповідний сорту борошна, без слідів непромісу. Колір виробів з додатковою сировиною, відповідно, змінюється. Поверхня виробів має бути гладенькою, допускається незначна шорсткість. Форма повинна відповідати типу і виду виробів. Смак і запах – властиві цьому виду виробів, без стороннього присмаку та запаху. Зварені до готовності вироби повинні зберігати форму, не злипатися, не утворювати грудочок.

Важливим органолептичним показником є стан зламу, який не обґрунтовано і не включено до цього стандарту. Вироби хорошої якості повинні мати скловидний злам, який зумовлено щільною структурою виробу і корелює з хорошими варильними властивостями виробу.

Як фізико-хімічні показники якості макаронних виробів регламентуються вологість, кислотність, міцність макаронів, масова частка лому, масова частка деформованих виробів, масова частка крихти, а також металоманітні домішки та наявність шкідників. Вологість макаронних виробів повинна бути не більш як 13,0%, а для виробів довгих класу «екстра» будь-якої групи (А, Б, В,) – не більш як 12,0%. Кислотність всіх виробів, крім томатних, має бути не більш як 4,0 град, кислотність виробів з доданням томатопродуктів – не більш як 10,0 град.

Міцність макаронів, яку визначають на приладі Строганова чи інших марок і виражають у ньютонів (Н), регламентується для всіх груп (А, Б, В) і класів («екстра», першого та другого) залежно від діаметра. Для макаронів діаметром менш як 3 мм міцність не регламентується.

Міцність макаронів групи А класу «екстра» за діаметра від 3,0–3,4 до 7,0 мм і більше зростає від 1,2 до 7,0 Н. Для макаронів груп Б і В класу «екстра» міцність дещо знижується порівняно з виробами групи А, особливо зі збільшенням діаметра. Так, для виробів групи Б класу «екстра» міцність макаронів становить 1,2–6,0Н, а для виробів групи В класу «екстра» – 1,0–4,6Н.

Масова частка лому в макаронах має бути не більш як 2,0–10,0%, залежно від групи та класу. Масова частка деформованих виробів будь-якої форми, яку вони втратили (зім'яті кінці, поздовжній розрив), має бути не більш як 1,5–5,0%, залежно від групи і класу. Масова частка крихти для різних виробів має бути не більш як 1,0–8,0% для різних груп і класів. Слід зазначити, що до

крихти відносять уламки макаронів, вермішелі довгої, локшини довгої довжиною менше як 50 мм, ріжки завдовжки менш як 10 мм, пера завдовжки менш як 30 мм, вермішель і локшину короткорізану завдовжки менш як 15 мм, уламки фігурних виробів, ріжків і пер, незалежно від розмірів. Металомагнітні домішки, за наявності, повинні становити не більш як 3,0 мг на 1 кг виробів за умови, що розмір окремих часточок має бути не більш як 0,3 мм у найбільшому лінійному вимірі.

Наявність шкідників хлібних запасів не допускається.

Слід зауважити, що ДСТУ 7043 не регламентує показник переходу сухих речовин у варильну воду. ДСТУ 7043 регламентує показники безпечності – вміст токсичних елементів і мікотоксинів; вміст радіонуклідів: цезію-137 – не більш як 20,0 Бк/кг, стронцію-90 – не більш як 5,0 Бк/кг. Вміст залишкової кількості пестицидів у макаронних виробках не повинен перевершувати допустимих рівнів, передбачених державними санітарними правилами і нормами.

Зараз є велика кількість досліджень стосовно застосування нетрадиційної сировини у традиційних продуктах харчування. Згідно іноземного дослідження, вибір нетрадиційної сировини (рисове борошно, гречане борошно, соєве борошно) для виробництва макаронних виробів швидкого приготування є обґрунтованим. Використання цих інгредієнтів у технології пасти швидкого приготування робить продукт доступним для людей з непереносимістю глютену, а також дозволяє створювати продукти з підвищеною харчовою цінністю.

Виправданий вибір структуроутворювачів, застосування яких дозволяє створити структуру напівфабрикату та готового продукту, необхідну для виробництва макаронних виробів швидкого приготування.

Також вибір харчових волокон (інулін) для додавання до формули макаронних виробів швидкого приготування як збагачувальної добавки є виправданим.

Згідно іншого дослідження було з'ясовано, що грибний порошок гливи покращив вміст білка, клітковини та золи в локшині, зберігаючи рівень жиру на одному рівні з контрольним. Зміцнення не тільки підвищило водопоглинання та міцність локшини на розрив, але й одночасно збільшило час приготування та втрату твердих речовин під час варіння. Пікова в'язкість збільшувалася з додаванням грибного порошку, але кінцева в'язкість знижувалася в збагаченій локшині порівняно з контрольними зразками.

Була розроблена локшина з хорошою прийнятністю, зберігаючи концентрацію грибного порошку до 4% у кінцевій рецептурі. В результаті локшина швидкого приготування може бути багатообіцяючим джерелом харчування для людей з нижчим від середнього рівнем доходу груп населення країн, що розвиваються.

5.2. Сировина для виготовлення макаронних виробів швидкого приготування

Сировина для виробництва макаронів поділяється на основну та додаткову.

Основна сировина – усе те, що необхідне для отримання тіста: борошно і вода. Макаронне борошно істотно відрізняється від хлібопекарського. Воно повинно мати крупінчасту структуру з частинками розмірів від 200 до 350 мкм. Колір макаронної крупки кремовий з жовтуватим відтінком. Борошно, що використовується в макаронному виробництві, не повинно містити в значних кількостях вільні амінокислоти, редуруючі цукри і мати активну

поліфенолоксидазу (тироназу), що викликає потемніння тіста і погіршення якості готових виробів. Борошно для макаронного виробництва повинно відповідати ДСТУ 46.004-9.

Для макаронного виробництва використовується борошно вищого ґатунку (дурум), яке має не менше 28% клітковини та зольність 0,75%. Від правильно підібраного борошна залежить консистенція готового продукту після приготування.

Вода може бути будь-якої міри жорсткості, але повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» і санітарним нормам і правилам. Вона повинна бути прозорою, безбарвною, без сторонніх запахів і присмаків, не містити отруйних речовин і хвороботворних мікроорганізмів. Якість води впливає на смак макаронів швидкого приготування.

Додаткову сировину вводять у рецептуру для підвищення харчових якостей, це може бути цукор-пісок, ячний порошок, сіль, гуарова камедь, глутамат натрію та інші.

Цукор-пісок додають у тісто в кількості 2,5–30% до маси борошна. Він істотно впливає на якість тіста. Він розріджує тісто, тому треба робити поправку на кількість води, що вноситься. Його додавання в невеликих кількості прискорює бродіння тіста, а при підвищеному дозуванні пригнічує. Цукор-пісок повинен відповідати вимогам ДСТУ 2316-93 і мати білий колір (при розчиненні прозорий), смак і запах без сторонніх присмаків і запахів, масову частку цукрози 99,75%, зольність 0,04%.

Ячний порошок є добрим білковим збагачувачем. Повинен відповідати вимогам ДСТУ 8719-2017 «Продукти ячні. Технічні умови». Додавання ячного порошку збільшує харчову цінність і надає специфічного присмаку. Відповідно до нормативних документів ячний порошок повинен мати

порошкоподібну структуру, колір від світло-жовтого до оранжевого, мати сухих речовин 91,5%, розчинність не менше 85%.

Сіль за способом виробництва і обробкою поділяють на кам'яну, з добавками і без добавок. За якістю на: екстра, вищий, перший і другий сорти. У основу ділення солі по сортах встановлена чистота солі і крупність. Сіль впливає на смакові якості готового продукту. Повинна відповідати вимогам ДСТУ 3583-97 «Сіль кухонна. Загальні технічні вимоги» і мати сипучу консистенцію, мати солоний смак без сторонніх присмаків.

Гуарова камедь (E412) – харчова добавка, що відноситься до групи стабілізаторів. Використовується в промисловості як стабілізатор консистенції і володіє наступними властивостями: збільшення в'язкості і желюючі властивості. Гуарова камедь добре розчинна в холодній воді, сумісна з більшістю інших рослинних гідроколоїдів, таких як агар, каррагенан, камедь рожкового дерева, пектин, метилцелюлоза і ін., поліпшуючі консистенцію, такі комбінації можуть вплинути позитивним чином. У виробництві макаронних виробів швидкого приготування використовується, як стабілізатор консистенції готових виробів. Добавка повинна відповідати ТУУ 22686908-005-2000 і мати вигляд білого порошку та щільність – 1,492 г/см³. Глутамат натрію харчова добавка, призначена для посилення смакових відчуттів. Відповідно до ТУУ 22686908-005-2000 – це білий кристалічний порошок, що має розчинність 74 г/100 г.

Сухі спеції та рослинну олію вносять у вермішель швидкого приготування під час приготування для надання смакових якостей. Сухі спеції готують окремо у відповідності з обраною рецептурою макаронних виробів швидкого приготування. Як правило, попередньо підготовлена сировина поділяють на фракції: дрібну (сіль «Екстра», цукор-пісок, глутамат натрію, риботид, перець чорний мелений, перець червоний мелений, часниковий порошок, лук (порошок), куркума мелена, лавровий лист мелений, мускат

мелений, ароматизатор «Сир» та ін..) і крупну (лук ріпчастий дроблений, лук зелений різаний, морква дроблена, паприка дроблена, петрушка зелень, базилік, майоран та ін.).

Рафіновану рослинну олію не поділяють на сорти. Рафінована олія вищого і 1-го сортів повинно мати смак і запах соняшникового масла без сторонніх запахів і гіркоти. Рослинна олія повинна мати колірне число не більше 0, масова частка вітаміну Е 80%. Крім смакових якостей, вона підвищує харчову цінність продукту.

Це не повний перелік сировини, що застосовується при виготовленні макаронів швидкого приготування в Україні та за кордоном.

5.3. Використання сировини для збагачення макаронних виробів білком

За свідченнями сучасної науки, їжа виконує в організмі людини подвійну функцію: є джерелом енергії і одночасно слугує постачальником незамінних харчових продуктів для побудови живих структур і регуляції обміну речовин. На сьогоднішній день в Україні спостерігається незбалансованість раціонів харчування: переважають висококалорійні продукти, пересичені вуглеводами та жирами. Проте, білкова складова їжі не повинна знижуватись. Адже відомо, що білкові речовини володіють важливими будівельними, гормональними, ферментативними та іншими функціями. Білки є джерелом енергії для людини. За умов шкідливої екологічної ситуації, загрозливої техногенної обстановки білки виконують в організмі людини захисну функцію, тому необхідно споживати продукти підвищеної харчової та біологічної цінності.

Найбільш збалансованими за амінокислотним складом та найвищою здатністю перетравлюватись у шлунку людини є продукти тваринного походження. Тому ефективним заходом з підвищення біологічної цінності раціонів харчування є додавання білкових продуктів тваринного походження при виготовленні продуктів масового споживання, зокрема макаронних виробів. Білкові збагачувачі різняться за амінокислотним складом: яєчні продукти мають вищий вміст незамінних амінокислот порівняно з молочними продуктами. Крім того, яєчні збагачувачі містять значну кількість фенілаланіну та валіну, а також лізину, що є лімітованою амінокислотою для пшеничного борошна. Зокрема, вміст лізину в сухому яєчному білку в 20 разів більший, ніж у борошні.

Яєчні продукти традиційно застосовують для збагачення макаронних виробів. У якості яєчних збагачувачів найбільш широкого використання на підприємствах набули яєчні морожені продукти (меланж), а також яйця і яєчний порошок. Сухий яєчний білок (СЯБ) до цього часу не застосовувався при виготовленні макаронних виробів.

У разі використання яєць, яєчного порошку, меланжу підвищується харчова цінність продукції, покращується колір виробів. Вміст найважливіших амінокислот в яєчних макаронних výroбах підвищується, а співвідношення їх наближається до оптимального. Проте якість макаронних виробів з яєчними продуктами знижується за такими показниками, як стан поверхні, скловидність, наявність мікротріщин, міцність, варильні властивості, що зумовлено наявністю певної кількості жиру в складі яйця. В закордонних публікаціях знайдено відомості про застосування яєчних білкових продуктів лише у поєднанні з різними добавками (олія, мінеральні речовини, борошно з насіння бобових культур).

На ринку України реалізується сухий яєчний білок різних виробників: зарубіжних, та вітчизняних. У роботі досліджували сухий яєчний білок

"Meringue" (виробник "Igreca" (Франція), "Ovopol" (Польща), "GF Ovodry" (Італія), "Monaldi" (Італія).

Вміст білка у СЯБ різних виробників майже однаковий і у 7 разів перевищує вміст білка у нативному яйці. Кількість вуглеводів відрізняється для різних СЯБ, що зумовлено технологією виробництва сухого білка. Зокрема, при виготовленні СЯБ "Ovopol" здійснюють попереднє зброджування редукувальних цукрів. Також технологія виготовлення СЯБ впливає і на піноутворювальну здатність, найвищий цей показник у СЯБ польського виробництва. Вимоги до показників безпеки відрізняються у кожного виробника, але всі вони регламентують вміст патогенних мікроорганізмів.

Для обґрунтування дозування СЯБ виходили з умови найбільшого збагачення макаронних виробів білком. При цьому якість макаронних виробів мусить не погіршуватись. Дослідження проводили для дозування СЯБ 2,5% до маси борошна, що за вмістом білка еквівалентно дозуванню яєчного порошку для макаронних виробів яєчних, а також 3,5; 5,5 та 7,5% до маси борошна.

При розробленні технології макаронних виробів із сухим яєчним білком зосереджувались на дослідженні біологічної цінності, якості продукту, структури тіста, технологічних параметрів виготовлення та особливостей підготовки до виробництва нетрадиційної сировини. Встановлено, що найкраща якість макаронних виробів із СЯБ досягається у разі його дозування 2,5% до маси борошна. Максимальна доза СЯБ, яка можлива без значного зниження якості виробів, становить 3,5%. При зростанні дозування СЯБ подовжується термін варіння виробів до готовності та вони стають тверді при розжовуванні.

При аналізі якості макаронних виробів із сухим яєчним білком встановлено її поліпшення за органолептичними та варильними

показниками. Так, вироби набувають кремового кольору, гладенької поверхні, міцніші порівняно як з яєчними виробами, так і з виробами без добавок. Крім того, значно поліпшувались варильні властивості продукції – вироби набували більшого об'єму, не злипались та не втрачали форми.

Визначення амінокислотного складу сировини та готових виробів, що містять 2,5% СЯБ, проводили у попередньо гідролізованих наважках продуктів на амінокислотному аналізаторі Т-339 ("Microtechna", "Чехія"). Амінокислотний скор (АС) кожної амінокислоти розраховували за загальноприйнятою методикою.

При вивченні біологічної цінності сировини встановлено, що вміст білка у сухому яєчному білку у 8,2 рази вищий, ніж у пшеничному борошні. Амінокислотний скор за всіма незамінними амінокислотами в сухому яєчному білку більше 100%, що підтверджує його біологічну повноцінність.

Дослідження впливу СЯБ на біологічну цінність макаронних виробів показало, що при додаванні 2,5% сухого яєчного білка до маси борошна вміст білка у них зростає на 1,7% до маси продукту порівняно з виробами без добавок. При цьому амінокислотний скор за лізином, метіоніном та цистіном зростає на 45%, хоча ці кислоти залишаються лімітованими для виробів із сухим яєчним білком.

Макаронні вироби застосовують в їжу у звареному вигляді, при цьому варильна вода для приготування гарнірів не використовується. Тому при створенні нових макаронних виробів із сухим яєчним білком слід вивчити збереження його у звареному продукті та ступінь втрати збагачувача в процесі кулінарної обробки.

Амінокислотний скор (АС) у зварених виробах нижчий порівняно із сухими виробами. Але у виробів із СЯБ під час варіння, очевидно, менше втрачається амінокислот, тому їх АС більш істотно зростає порівняно зі звареними без добавок. Наприклад, по лізину АС у зварених виробах із СЯБ

зростає на 75%, по метіоніну та цистіну – на 70%. У виробках із СЯБ вміст білка, порівняно з виробами без добавок, зростає на 3,7%.

Для виявлення причин встановленої нами закономірності було визначено втрати сухих речовин у варильну воду та вміст білка у сухих виробках, зварених та у варильній воді. Також визначали масову частку вологи виробів. Встановлено, що в сухих макаронних виробках з використанням 2,5 та 3,5% СЯБ вміст білка зростає відповідно на 1,5 та 2,1% до СР порівняно з контролем. У зварених макаронних виробках, готових до споживання, це зростання більш значне і становить відповідно 2,1 та 2,6% порівняно з контролем. Отримані дані дають підставу стверджувати, що це пояснюється зменшенням втрат сухих речовин у варильну воду і є наслідком утворення більш щільної структури макаронних виробів із СЯБ.

Отже, використання нової сировини для макаронної галузі сухого яєчного білка дає змогу покращити органолептичні показники якості макаронних виробів та підвищити їх біологічну цінність.

Встановлено вплив процесу варіння макаронних виробів на їх біологічну цінність. Показано, що завдяки збільшенню щільності структури макаронних виробів з СЯБ менше сухих речовин переходить у варильну воду, а у зварених зберігається більше білка.

5.4. Принципова схема виробництва макаронних виробів швидкого варіння та виробів, що не потребують варіння

Виробництво вермішелі швидкого приготування поділяється на наступні стадії і операції (розглянемо цей процес на прикладі технологічної схеми виробництва вермішелі швидкого приготування «Мівіна» зі смаком «Сир»:

Підготовка сировини до виробництва: звільнення від тари для зберігання борошна, цукру, яєчного порошку, солі, гуарової камеді, глутамата натрію; просіювання сипучих продуктів; фільтрація води.

Приготування смакового розчину: у підігріту воду порціями висипають сіль, цукор та глутамат натрію, розчин яєчного порошку, вирівнюється температура води і додається розчин гуарової камеді.

Приготування тіста: у бак тістоміса поступово, безперервно подається смаковий розчин та просіяне борошно.

Формування тістової стрічки та фігурна різка: тісто розподіляється і утворює стрічку, потім нарізаються поздовжні смужки.

Парова обробка: вермішель поступає в парову камеру де піддається тепловій обробці.

Формування брикетів та розкладка: нарізання вермішелі на порції заданої довжини; згортання навпіл та укладка в форми.

Сушка: обробка паровою високої температури.

Підготовка спецій: підготовлені спеції розділяють на фракції, дозують і фасують у пакетики. Рослинну олію фасують окремо.

Охолодження та упаковка: охолодження до $36+2^{\circ}\text{C}$; фасовка брикетів з попередньо запакованими смаковими приправами та рослинною олією.

Розглянемо кожний етап більш детально.

Приготування смакового розчину. Попередньо за 8 годин окремо у баку підготовляють розчин гуарової камеді (гуарову камедь змішують з сіллю у співвідношенні 1:3 і засипають у бак з водою температурою $10-20^{\circ}\text{C}$ і безперервно перемішують). У інший бак з водою температурою $50-55^{\circ}\text{C}$, з розрахунку 1 кг солі на 15 л води, включають електромішалку і порціями висипають сіль. Цукор та глутамат натрію (можна перемішати) поступово дозувати в бак та поступово перемішувати. Яєчний порошок попередньо

розчинити у воді температурою 40°C і вилити в бак смакового розчину. Для вирівнювання температури до 30°C в бак додається холодна вода, потім розчин гуарової камеді.

Приготування тіста. Приготування тіста здійснюється в тістомісах призначених для змішування інгредієнтів і отримання однорідної консистенції тістової маси. У бак тістоміса періодично поступають мука і смаковий розчин. При цьому за рахунок механічного впливу прискорюється процес зволоження крохмалю борошна та набухання клейковини, чим пришвидшує формування білкового каркасу структури, в яку включені зволожені зерна крохмалю. При замісі тіста за рахунок виділення теплоти його температура в середньому підвищується на 2–4°C. Найкраща температура тіста для формування клейковини 30°C. Встановлено, що перший період замісу повинен проходити при не високій частоті обертання до 80 об/хв. та другий період 110–130 об/хв. Як правило, тривалість змішування інгредієнтів 14–16 хв. Заключний етап підготовки тіста перед формуванням у спеціальному розподілювачі, де тісто рівномірно перемішується 5 хв і проходить його заключне «дозрівання» перед надходженням до розкочувальної машини (відбувається релаксація напружень). Тісто, що утворюється, подається через лотки на піддон, звідки спеціальними лопатями подається на розкаточну машинку.

Формування тістової стрічки та фігурна різка. Тісто подається на розкаточну машинку, де набуває вигляду плоскої стрічки товщиною 0,8 мм. Потім подається на спеціальний пристрій де розрізається на тонкі стрічки.

Парова обробка. Сформована вермішель у вигляді вузьких ниток скручених у спіраль потрапляє в парову камеру за допомогою сітчатого конвеєра. У процесі повільного руху вона піддається обробці гарячою парою. Оптимально пропарювання повинно тривати 105–106 с при температурі 98–100°C з тиском пару в трубах 0,2–0,35 мПа.

Формування брикетів та розкладка. Формування брикетів вермішелі та їх розкладка проходить у два етапи: нарізка на порції та укладка у форми.

Нарізка вермішелі заданої довжини проводиться за допомогою калібрувальних валів заданого типу. Потім за допомогою механічного пристрою або вручну проводиться складання навпіл відрізаного пласта вздовж його довгої сторони. Складений вдвоє пласт укладають у формочки.

Термічна обробка брикетів. Може проводиться в одній або двох послідовно встановлених сушильних камерах. В сушильній камері денатурують білкові речовини, втрачаються зв'язуючі властивості клейковини за рахунок чого слабшають міжмолекулярні зв'язки в структурі.

Охолодження та інспекція брикетів. Охолодження брикетів відбувається у вентиляційній камері за допомогою сітчастого контейнера, проводиться до температури 36 – 38°C. Після охолодження проводиться інспекція брикетів, де перевіряють відповідність маси, температури та вологості.

Упаковка брикетів. Фасування відбувається в фасовочному апараті. У полімерну упаковку загортається брикет вермішелі та, попередньо упаковані, спеції та рослинна олія.

Є багато виробників систем для виробництва макаронів швидкого приготування, наприклад Storci Instant Pasta System – це повна система для виробництва макаронних виробів швидкого приготування разом із забезпеченням повного рішення для виходу на цей динамічний та інноваційний ринок. Вони пропонують як невеликі напівавтоматичні лінії, так і великі автоматичні установки. Цю систему також можна встановити на існуючу лінію сухих макаронних виробів з обмеженими витратами та великими перевагами.

Для невеликих обсягів виробництва можна використовувати напівавтоматичні лінії.

Для виробництв великої потужності можна застосовувати безперервну лінію, яка ефективно забезпечує до 1200 кг/год макаронних виробів швидкого приготування (24000 чашок на годину).

Інший виробник Ахог пропонує свою систему виробництва з низькою швидкістю екструзії, системою варіння з надзвичайно контрольованим тиском пари та однорідному висушуванні. В результаті можна отримати продукт, який не потрібно готувати, а який потребує лише регідратації протягом приблизно 2–3 хвилин.

Сучасні технології виробництва. Основними чинниками формування якості макаронних виробів є:

- процес виробництва макаронних виробів в даний час здійснюється на автоматичній потокової лінії і складається з операцій підготовки сировини, замісу, обробки тесту (примінення і прокатування), формування (фігурні вироби пресують, штампують, локшину виготовляють ручним методом), сушіння, вистойки (стабілізації), сортування та пакування;

- основна сировина для виробництва макаронних виробів служать спеціальна макаронна борошно, хлібопекарська борошно вищого і першого

- сортів з вмістом не менше 28% клейковини та води;

- додаткова сировина: збагачувальні добавки – яйця і продукти на їх основі, незбиране і сухе молоко та інше; смакові і ароматичні добавки – овочеві та фруктові соки; вітамінні препарати; поліпшувачі – поверхнево-активні речовини, застосовувані для додання макаронних виробів специфічних органолептичних та фізико-хімічних властивостей;

- вибір устаткування для виробництва;

- правильним підбором рецептури;

- дотримання пропорцій компонентів.

Застосування нетрадиційної сировини впливає на зміну структури виробів та органолептичні показники. Сировину, що використовується для виробництва макаронних виробів, поділяють на основну і додаткову.

Основною сировиною для виробництва макаронних виробів служить макаронне борошно з твердої пшениці (дурум) для макаронних виробів; борошно з м'якої склоподібної пшениці; борошно пшеничне хлібопекарська; борошно вищого сорту (крупка), відбирається при хлібопекарському помелі з високим вмістом клейковини хорошої якості.

Показники якості борошна:

- колір, крупність, кількість і якість сирої клейковини. з борошна з низьким вмістом клейковини виходять неміцні, кришаться вироби;

- запах властивий нормальній борошну, без запаху цвілі, затхлості, та інших сторонніх запахів;

- смак, властивий нормальній борошну, без кислуватого, гіркуватого, і інших, сторонніх присмаків;

- вміст мінеральних домішок при розжовування борошна: не повинно відчуватися хрускоту на зубах.

Макаронний крупка з твердих пшениць має колір кремовий з жовтим відтінком, полукрупка – світло-кремовий. Колір крупки з м'яких високостекловідних пшениць – білий з жовтуватим відтінком, а в полукрупке – білий з кремовим відтінком. Борошно не повинна мати сторонніх присмаків і запахів. Хороша якість виробів забезпечує борошно, що містить білка від 11 до 13,5%.

Одним з найважливіших показників якості, передбачених на борошно для макаронного виробництва, є кількість і якість сирої клейковини. Вміст клейковини повинно бути в крупці не менше 30%, в полукрупці твердої пшениці – 32 і відповідно в крупці і полукрупці з м'якої склоподібної пшениці – 28 і 30%.

Низький вміст клейковини в борошні макаронної дає вироби не міцні, що кришаться. Липка, сильно тягнуча клейковина збільшує їх пластичність і знижує пружність і міцність. Якість сирової клейковини повинно бути не нижче 2-ї групи.

Великий вплив на якість макаронних виробів надає крупність помелу борошна. Крупитчата структура, як правило, дає вироби кращі за кольором і більше склоподібні в зламі. Оптимальний розмір часток – 200 – 350 мкм. Таке борошно має оптимальне співвідношення міцності і пластичних властивостей. Більш крупитчате борошно повільніше поглинає воду і дає більш пластичне тісто. Зі зменшенням розміру частинок борошна збільшується міцність і зменшується пластичність замішаного з її тесту. Тісто з борошна для хліба виходить більш міцне, ніж з крупки та полукрупки, але з такого тіста вироби мають шорстку поверхню і більш низькі кулінарні достоїнства. Важливим фактором є борошно не стільки крупного помелу, скільки однорідність часток за розміром, що обумовлює рівномірне їх набухання при приготуванні тіста.

Борошно, що використовують в макаронному виробництві, не повинно містити в значних кількостях вільні амінокислоти, що редукують цукру, і мати активну поліфенолоксидазу (тирозиназу), що викликає потемніння макарон і погіршення якості готових виробів.

Складовою частиною макаронного тесту є вода, що зумовлює біохімічні і фізико-хімічні властивості тіста. У макаронному виробництві можна використовувати воду будь-якого ступеня жорсткості, оскільки остання не робить помітного впливу ні на хід технологічного процесу, ні на якість готових виробів.

Додаткова сировина. Застосовувану в макаронному виробництві додаткову сировину поділяють на: збагачувальну, що підвищує біологічну цінність макаронних виробів; смакові і ароматичні добавки (овочеві або фруктові соки і пасти, ароматичні речовини); поліпшувачі (поверхнево-активні речовини – ПАР); вітамінні препарати.

Основним видом збагачувальних добавок є білкові збагачувачі, до яких відносяться свіжі яйця, яйцепродукти (меланж, яечний порошок), клейковина пшеничного борошна, казеїн, цілісне і сухе молоко, молочна сироватка, білкові ізоляти та інші. Яечні продукти найпоширеніші білкові збагачувачі.

Для макаронних виробів використовуються яйця столові 1-ї і 2-ї категорії. Всі яечні продукти повинні відповідати вимогам стандарту. Яйцепродукти додають з розрахунку 250–280 яець, 10–15 кг меланжу або 3–4 кг яечного порошку на 100 кг борошна. Макаронні вироби з добавкою 10% сухого молока мають харчову цінність, майже рівну цінність виробів, збагачених яечними продуктами.

Сухе молоко або знежирене вносять з розрахунку від 3 до 8 кг на 100 кг борошна. Якість макаронних продуктів повинна відповідати вимогам стандартів на молоко коров'яче незбиране сухе і на молоко коров'яче знежирене.

Використання пшеничної клейковини може на 30–40% збільшити вміст білкових речовин у виробках. Клейковина є відходом при виробництві пшеничного крохмалю. Клейковина не повинна містити сторонні речовини і бути підданою дії протеолітичних ферментів і високих температур.

Перспективними білковими добавками рослинного і тваринного походження є вторинні продукти інших харчових виробництв. Серед рослинних білків важливе значення мають концентрати та ізоляти білків бобових (сої, гороху та інших), олійних культур (соняшнику, бавовнику); серед білків тваринного походження – продукти переробки знежиреного молока та сухої знебарвленою крові забійних тварин. Введені збагачувачі не повинні погіршувати структурно-механічні та фізико-хімічні властивості тіста і готових виробів. Введений білок повинен добре розчинятися у воді, утворювати однорідну структуру в процесі тістоутворення і у разі коагуляції при варінні, не переходити у варильну воду.

Найбільш доцільно збагачення макаронних виробів швидкого приготування, які не вимагають тривалого варіння або використовують у вигляді супів і каш. При цьому способі значення набувають вироби для дитячого і дієтичного харчування.

В якості смакових добавок при виробництві макаронних виробів використовуються овочеві і фруктові соки і пасти, порошки. Найчастіше застосовуються томатна паста та порошки з томатопродуктів, які повинні відповідати вимогам стандарту. Так само можливо використання ПАР, які сприяють підвищенню якості макаронних виробів, вони менше злипаються при сушінні й краще зберігають форму при варінні.

Для збагачення макаронних виробів вітамінами використовують термостійкий водорозчинні вітаміни В1, В2, РР.

Якість макаронних виробів багато в чому залежить від правильного ведення технологічного процесу виробництва. Сучасне макаронне виробництво являє собою єдину потокову лінію, де всі процеси, починаючи від подачі сировини і закінчуючи упаковкою готової продукції, автоматизовані і включають такі основні операції: підготовку сировини, приготування тіста, формування, сушіння та упаковку готової продукції.

У процесі виробництва макаронних виробів формуються властивості готових виробів. Тому так важливо дотримувати всіх етапів виробництва, режими, дозування і температурні режими.

Міцнісні і деформаційні характеристики сухих макаронних виробів є одним з найважливіших показників їх якості. Неміцні і недостатньо гнучкі макаронні вироби ламаються при упаковці і транспортуванні під дією динамічних навантажень. Якість макаронних виробів, обумовлено технологічними властивостями використовуваної борошна, режиму замісу тіста, пресування макаронних виробів, їх сушіння та стабілізації.

Виробництво макаронних виробів складається з наступних етапів: підготовки сировини, приготування тіста, формування, сушіння та пакування.

Підготовка сировини. Сировиною для макаронного виробництва служить пшеничне борошно вищого або 1-го сорту, отримана макаронних помелом з твердої пшениці (дурум) або з м'якої високоскловидної пшениці. Макаронна борошно повинно містити значну кількість клейковини (30% і більше). Допускається вироблення виробів з хлібопекарської пшеничної муки, в якій кількість клейковини відповідної якості має бути не нижче 28%.

Полягає в просіюванні, якщо потрібно - в змішуванні муки різних партій і зважуванні. Воду перед виробництвом підігрівають до встановленої температури.

Збагачувальні добавки подаються у виробництво, як правило, розведеними водою в певному співвідношенні, передбаченої рецептурою. Від правильної підготовки і дозування основного і допоміжного сировини залежить якість готових виробів: зовнішній вигляд, колір, смак, споживчі переваги.

Приготування тіста. Для макаронних виробів готують круте тісто з вологістю 28-32%. На відміну від хлібопекарського в ньому процеси бродіння не відбуваються. Приготування макаронного тіста ведеться в тестомесителі шнекового преса, куди безперервним струменем спеціальними дозаторами подаються борошно і вода. Залежно від температури води розрізняють заміси тіста: теплий (при температурі 55–65°C), гарячий (при температурі 75–86°C) і холодний (при температурі не нижче 30°C). Найбільш поширеним є теплий заміс. Тісто для макаронних виробів залежно від вологості може бути м'яким (вологість 31,5–32,5%), середнім (вологість 29,5–31,0%) і твердим (вологість 28–29%). Найчастіше використовується середній заміс. М'який і твердий заміси застосовуються рідко, тому що в першому випадку сирі вироби легко мнуться і злипаються, а в другому – виходить малозв'язаних, важко оброблюване тісто. Тому м'який заміс використовується тільки для виготовлення гнучких виробів,

таких, як фігурна укладка в моток, бантик і т.д.; твердий – для штампованих виробів складної форми.

Приготування макаронного тесту складається з двох фаз. Спочатку відбувається змочування частинок борошна водою (адсорбування), а потім вбирання, коли вода в результаті осмосу проникає всередину частинки борошна. Набухання частинок борошна йде в основному за рахунок гідратації її клейковини.

Отримане в тістоміснику макаронного преса тісто має вигляд дрібної пухкої крихти, яка для формування виробів непридатна. Таке тісто має пройти механічну обробку. Тому з тістомісника воно направляється в шнекову камеру преса. Тут з крошкового завдяки інтенсивному впливу гвинтовий лопаті шнека тісто стає зв'язковим, щільним, пластичним.

На властивості тесту впливає тиск в шнекової камері преса: з його збільшенням підвищується щільність і міцність тесту і зменшується його пластичність. Високий тиск пресування сприяє отриманню макаронних виробів жовтого кольору зі склоподібним зломом з борошна м'яких пшениць.

Для видалення з тіста бульбашок повітря його механічна обробка проводиться під вакуумом. Найдрібніші бульбашки повітря, що знаходяться в сирих напівфабрикатах, під час сушіння розширюються і руйнують мікроструктуру виробів, що веде до погіршення кольору, зовнішнього вигляду і кулінарних переваг.

Пластичну структуру тісто набуває в результаті змін властивостей клейковини, які відбуваються під механічним і тепловим впливом. Проте тривала механічна обробка може сильно підвищити температуру тесту, що призводить до значної денатурації клейковини. Тісто стає менш зв'язковим, знижується міцність сирих виробів, зростає відсоток обривів. Готові вироби виходять більш крихкими, а при сушінні і зберіганні утворюється багато лому і крихти.

Поряд з білками клейковини значну роль в утворенні структури макаронного тіста грає крохмаль. Він заповнює проміжки між клейковинними нитками, надаючи тісту властивості пластичності. У процесі пресування відбуваються зміни його властивостей, викликані частковою клейстеризацією і порушенням цілісності зерна.

Споживчі властивості готових виробів багато в чому визначаються кількістю крохмалю і станом його крохмальних зерен.

Додаються в тісто білкові збагачувачі справляють істотний вплив на його реологічні властивості, підвищуючи пружність і знижуючи пластичність. Для усунення цих небажаних змін в тісто вносять ПАР або підвищується на 0,5–1,0% вологості і застосовується більш інтенсивна і тривала механічна обробка. Після механічної обробки тісто являє собою пружно-пластично-в'язке тісто.

Формування макаронних виробів. Здійснюється пресуванням і штампуванням. Найчастіше застосовується метод пресування. Методом штампування користуються тільки для приготування фігурних виробів суцільної просторової форми. Від правильності ведення процесу формування залежать зовнішній вигляд продукту (колір, ступінь шорсткості поверхні), його щільністю, міцністю і варильні властивості. Минуле механічну обробку тісто поступово просувається шнеком в тубусну камеру, яка закінчується матрицею. Матриця є формуючої частиною шнекового преса. Застосовувані матриці можуть мати круглі отвори без вкладишів, з вкладишами і отвори у вигляді щілини. Якщо отвори матриці суцільні – вироби виходять ниткоподібні, якщо в отвори вставлені вкладиші, то вироби набувають вигляду трубочок. У залежності від профілю щілинних отворів через них формуються локшина або фігурні вироби, наприклад мушлі. Стан поверхні виробів багато в чому залежить від матеріалу, з якого виготовлена матриця. У металевих (латунних, бронзових) матрицях пресовані тісто прилипає до робочої поверхні і вироби виходять шорсткими. Тефлонове покриття робочої зони або фторопластові вставки

перешкоджають прилипанню тесту при пресуванні, вироби виходять з більш гладкою поверхнею і кращими варильними властивостями.

Вихідні з матриці пасма ниток, стрічок, трубок обдувають повітрям і нарізують. Короткорізані вироби – вермішель, локшина, фігурні надходять на конвеєрну стрічку сушарок насипом, довгі – укладають у касети або підвішують на металеві стрижні – Бастун. Обдування повітрям після пресування знижує пластичність сформованих виробів і перешкоджає їх злипанню та деформації. Однак занадто інтенсивна обдування повітрям веде до утворення на поверхні тріщин, яка збільшуються при сушінні, що знижує міцність готових виробів. Сформовані сирі вироби повинні мати гладку поверхню, жовтий, кремовий або біло-жовтий колір, однотонний по всій поверхні, добре зберігати форму – не мінятися, не кришиться, не злипатися.

Сушка – це одна з найважливіших операцій макаронного виробництва. Макаронне тісто при сушінні втрачає пластичність і при певній вологості стає крихким. Зміни його структурно-механічних властивостей пов'язані з поступовим перетворенням клейковини в міцну, тверду склоподібну масу. Вироби ущільнюються, зменшується їх розмір – відбувається усадка. Видалення вологи слід вести поступово, так як інтенсивна сушка призводить до нерівномірної усадці, викликаючи розтріскування і викривлення виробів. Тому вибір режиму сушіння і правильне його ведення мають важливе значення для якості готової продукції. Режим сушіння складається з температури, вологості і швидкості руху повітря, часу сушіння, чергування сушіння і зволоження. Вибір його залежить від виду виробів, що виготовляються. Короткорізані вироби сушать у конвеєрних стрічкових сушарках при температурі 50–70°C протягом 20–90 хв. Довгі вироби сушать при температурі 30–50°C протягом 16–40 год в шафових або тунельних сушарках з чергуванням сушіння і зволоження для вирівнювання вологи зовнішніх і внутрішніх шарів виробів. При надмірному інтенсивному сушінні вироби виходять з тріщинами, нерівномірні за кольором,

нескловидні в зламі. Занадто тривала сушка може призвести до потемніння виробів у результаті дії ферментів ліпоксигенази і поліфенолоксидази, утворення меланоїдинів, а також до закисання і пліснявіння. У процесі сушіння вологість доводять до 13%. Вироби, призначені для тривалого зберігання або транспортування у віддалені райони, висушують до вологості 11%.

Висушені вироби направляють в стабілізатори-охолоджувачі, де вони повільно охолоджуються повітрям температурою 25–30°C і відносною вологістю 60–65%. У виробках вирівнюється вологість і знімаються внутрішні напруги зсуву, які можуть залишитися при швидкому охолодженні продукту, що іноді призводить до розтріскування і утворення брухту та крихти після упаковки. Потім з продукту видаляють вироби, що не задовольняють вимогам стандарту, короткорізані вироби пропускають через магнітні апарати і направляють на упаковку.

Упаковка макаронних виробів проводиться в коробки, пакети з паперу, целофану, полімерних плівок, а потім у ящики. У залежності від розфасовки і упаковки відхилення в масі не повинні перевищувати $\pm (0,5-2)\%$. На маркуванні ящиків, пакетів, коробок вказуються найменування підприємства, його місцезнаходження, повна назва макаронного виробу, сорт, дата виготовлення, маса нетто при вологості 13%, а для виробів розважних також маса брутто. Вироби вищого і 1-го сортів повинні мати різні етикетки. На розфасовці невеликої маси вказується ціна. Якісна упаковка сприяє кращій зберігання макаронних виробів у процесі транспортування і зберігання. Прогресивним є спосіб транспортування макаронних виробів у контейнерах.

З метою підвищення харчової цінності та поліпшення якості макаронних виробів були розроблені технології виробництва макаронних виробів з додаванням різних харчових добавок з нетрадиційної сировини, використовуваної при виробництві макаронних виробів.

Добавки підрозділяються на збагачувальні і смакові. Збагачувальні добавки підвищують харчову цінність виробів. У нас в країні в якості збагачувальних найчастіше використовуються яєчні (яйця, яєчний порошок, меланж), і також молочні (сухе молоко, знежирений сир) і деякі вітаміни,.) Смакові добавки змінюють смак і колір макаронних виробів. До цих добавок відносяться овочеві і фруктові пасти, пюре та порошки, в першу чергу томатна паста і томатний порошок.

В якості нетрадиційної сировини для виробництва макаронних виробів можуть використовуватися:

- овочеві порошки; пюре моркви та гарбуза; амарант;
- кальцієві добавки; молочна сироватка, яєчні добавки;
- обліпихова шрот; морська капуста;
- порошок топінамбура; морська капуста;
- інулін;
- томатопродукти;
- макуха зародка кукурудзи, червоного буряка, шпинату і інших плодів і овочів; харчові волокна; вівсяна мука.

Виробляти макаронні вироби з рекомендованими добавками бажано на макаронних установках невеликої потужності, так як в цьому випадку простіше переходити з одного виду виробів на інший і випускати продукцію в обсязі, що враховує потреби. Виробництво макаронних виробів з добавками не зажадає значних капітальних витрат і цілком може бути здійснено на макаронних фабриках, а овочеві добавки доцільно виробляти на спеціалізованих підприємствах. Овочеві добавки рекомендується використовувати при виробленні макаронних виробів з хлібопекарського борошна, так як з борошна тонкого помелу складно отримати вироби зі склоподібним зламом янтарно-жовтого кольору мають лощена поверхня. Добавки надають виробам властивий

їм колір, смак, вносячи різноманітність у звичний асортимент, крім того розширює коло виробів з профілактичними властивостями.

Овочеві та ягідні порошки завдяки цінному хімічному складом, вони є джерелом збагачення макаронних виробів харчовими волокнами, азотовмісні мінеральними речовинами, органічними кислотами, вітамінами та натуральними барвниками. Порошки одержують шляхом подрібнення попередньо висушеної сировини, і являє собою великі частки темного кольору, неоднорідні за розмірами. Порошки, виготовлені подрібненням підсушеного сировини в газоструйному млині, відрізняються більш високою дисперсністю.

Порошки володіють високою водо утримуючою здатністю. Це пов'язано з розмірами гранул, у дрібнодисперсних порошоків розміри гранул 32–120 мкм, тобто менше розміру гранул хлібопекарського борошна – 50–200 мкм. Порошок з буряка багатий пектинами, вони набухають швидше, ніж порошок з моркви, в якому міститься більше клітковини. Що впливає на процеси тістоутворення, формування і сушки макаронних виробів.

Встановлено, що овочеві порошки зміцнюють структуру пресованого макаронного тіста, одночасно сприяючи підвищенню еластичності і адгезії, хоча морквяний порошок в меншій мірі сприяє підвищенню пластичності. Збільшення дозування морквяного порошку призводить до зменшення вмісту сирої та сухої клейковини, до зниження розтяжності клейковини. Проте внесення бурякового порошку сприяє збільшенню гідратації клейковини при зниженні кількості сухої клейковини. Овочеві порошки сприяють утворенню крихкої тістової маси. Впресовані вироби мають гладку поверхню, добре зберігають форму, не злипаються. При збільшенні дозування порошоків до 5% вироби мають більш гладку поверхню, набувають міцність, зменшується кількість мікротріщин, поліпшується скловидність зламу. Колір макаронних виробів дрібнодисперсними порошками більш насичений, ніж з великодисперсними. Смак макаронних виробів з овочевими порошк

приємний, з присмаком внесеного сировини. Однак в процесі варіння виоби частково знебарвлюються.

Найкращі показники варильних властивостей виобів відповідали дозуванні порошку 3% і вологості тіста 34,5%, при внесенні морквяного – на 16%. Оптимальна температура водозбагачувальної суміші склала 50°C. Збільшення дозування овочевих порошоків сприяє поліпшенню варильних властивостей, підвищенню маси, збільшенню обсягу виобів.

Приготування макаронних виобів з додаванням молочної сироватки, моркви та гарбуза у вигляді тонко подрібненого пюре. Досліджували зразки локшини готували з додавання молочної сироватки та різних кількостей пюре морквяного або гарбузового; контролем служила локшина, приготовлена за традиційною рецептурою і технологією, а так само локшина із заміною яєць і води молочною сироваткою без додавання овочевого пюре. Так само досліджувався зразок макаронних виобів з додаванням сироватки в овочеve пюре.

В результаті варіння обсяг дослідних зразків локшини, їх маса збільшувалися набагато більше, ніж у контрольних, що свідчить про більш високу водопоглинальну здатність тіста з добавками, в порівнянні з традиційно приготованими. Виоби добре відділяються один від одного, мають достатню м'якість і пружність, не розваряться, за зовнішнім виглядом мало відрізнялися від контрольних, хоча для зразків з високою або достатньо низькою концентрацією гарбуза або моркви така різниця була помітна.

Найбільш вдалою є локшина, приготовлена з додаванням 7–8% відповідного овочевого пюре. При такому його кількості вдається отримати тісто з досить гарною розтяжністю, а виоби – з гарним смаком, запахом, консистенцією і кольором; близькі за зовнішнім виглядом до контрольних. Найменшими були, втрати поживних речовин при варінні локшини, приготовленої без води на чистій молочній сироватці.

Таким чином, введення в тісто для локшини доступних і дешевих продуктів – моркви, гарбуза і молочної сироватки – дозволяє без ускладнень технології отримати макаронні вироби високої якості з гарним варильними і структурними властивостями.

Інулін – натуральний полісахарид, що міститься у великій кількості рослин, в тому числі входять в наш повсякденний раціон. Використання інуліну в функціональних макаронних виробках природно, адже зерна пшениці та жита містять інулін, який, на жаль, втрачається при виробництві борошна. Інулін – самий широко використовуваний і самий вивчений у світі пребіотик, при цьому на відміну від багатьох інших речовин, що просуваються на ринок в якості пребіотиків, він являє собою натуральний рослинний інгредієнт, а не добавку з індексом Е. Поряд з його здатністю покращувати роботу травного тракту і відновлювати нормальний баланс кишкової мікрофлори внаслідок забезпечення зростання власної біфідофлори організму, він сприяє підвищенню імунітету, поліпшенню засвоєння кальцію і зниження рівня холестерину в крові і навіть зменшує ризик раку кишечника. Інулін може використовуватися в діабетичної дієті. Останнім часом активно досліджується здатність інуліну сприяти зниженню індексу маси тіла.

Інулін має нейтральний смак без неприємних присмаків і післясмаку, а також нейтральний колір, що не впливає на зовнішній вигляд готового продукту.

Поряд з отриманням оздоровчого ефекту внесення інуліну в макарони забезпечує і низку технологічних переваг: макарони не деформуються при варінні, володіють вищою міцність сухих виробів. Оптимальною була визначено дозування 2,5–3,0% до маси борошна. Дане дозування забезпечує найкраще проявлення технологічних властивостей інуліну і достатнього його вміст у готовому продукті, що забезпечує прояв його корисних для здоров'я властивостей.

В якості нетрадиційної сировини для виробництва макаронних виробів може використовуватися морська капуста, як збагачувач йодом макаронних виробів. *Морська капуста* є біологічно-активною добавкою, яка дозволяє знизити вплив несприятливих факторів на організм людини. Морська капуста збагачує організм людини мінеральними речовинами (калієм, кальцієм) і йодом. Макаронні вироби «Морські» володіють неповторними смаковими якостями і можуть бути рекомендовані, а профілактичному харчуванні широкого кола людей .

Макаронні вироби виготовляють із борошна пшеничного хлібопекарського вищого сорту. Збагачення макаронних виробів йодом має відбуватися при додаванні 3% морської капусти. Для того щоб забезпечити одержання людиною йоду в кількості 30% від добової потреби, необхідно додавати в макаронні вироби 7% морської капусти.

Макаронні вироби з додавання морської капусти набувають колір, відповідний кольору морської капусти, при цьому із збільшенням дозування колір стає темнішим. При дозуванні морської капусти 3% смак виробів практично не змінюється. При дозуванні 5% до маси борошна вироби починають набувати характерний смак морської капусти, а при підвищенні дозування до 7% до маси борошна – сильно виражений смак. Додавання йодказеїну і вітайоду не змінили властивості макаронних виробів.

Аналіз фізико-хімічних показників макаронних виробів з морської капусти показав, що застосування йодовмісних добавок не справляло вплив на кислотність та збереження форми виробів, а із збільшенням дозування морської капусти збільшило вміст золи, не розчинної в 10%-ном розчині HCl, і знизився вміст кількості сухих речовин, які переходять у варильну воду.

При дослідженні збереженості йоду було виявлено, що під дією температури йод частково руйнується в процесі варіння макаронних виробів. Так при використанні морської капусти збереження йоду після виробництва

складає 90%, після варіння 70 – 80%, а застосування добавки йодказеїном і вітайода дозволяє забезпечити збереження йоду після виробництва на 83– 85%, а після варіння макаронних виробів – не більше ніж на 50 –56%.

Можна зробити висновок про те що макаронні вироби доцільно збагачувати йодом, використовуючи як його джерела натуральну морську капусту.

Розширення асортименту макаронних виробів загального та профілактичного призначення за рахунок додавання натуральних концентратів пряно-ароматичної сировини. Для цього використовували CO₂ та екстракти з насіння моркви, коріандру, кропу, кмину, селери, перцю запашного і чорного гіркого. Дані концентрати становлять інтерес не тільки з точки зору поліпшення смаку, але і через вміст вітамінів, мінеральних та біологічних активних речовин, що зміцнюють імунну систему людини.

Встановлено, що внесення CO₂ та екстрактів практично не має впливу на стан поверхні, форму, вологість, кислотність і міцність макаронних виробів, проте змінює їх органолептичні показники. При додаванні CO₂ та екстракту з насіння моркви продукція набуває легкий морквяний аромат, а при спільному внесенні з барвником куркуми і β-каротином – приємний яскраво-жовтий або бурштиновий відтінок. Спільне використання CO₂ та екстрактів з насіння коріандру, кропу, кмину, селери і барвника хлорофілін дозволяє отримати макарони з натуральним ароматом прянощів, пофарбовані в світло-зелений колір. Внесення CO₂ та екстрактів з насіння запашного і чорного гіркого перцю разом з барвником. Паприка сприяє отриманню виробів з вираженим «перцевим» ароматом і яскраво-оранжевим відтінком.

При оцінці варильних властивостей макаронних виробів встановлено, що вироби з натуральними концентратами не склеюються між собою, тривалість їхнього варіння, кількість поглинається ними води та втрати сухих речовин практично не відрізняються від контрольного зразка. Смакоароматичні

властивості макаронних виробів після варіння залишаються на колишньому рівні.

В сучасному світі макарони мають велике значення для людини, що робить необхідним підвищення не лише їх якості, ай цінності і користі. Використання нових технологій підвищує якість харчових виробів, їх цінність та користь.

Питання для самодіагностики знань

1. Які види борошна застосовують для виготовлення макаронних виробів?
2. Що представляє собою вермішель швидкого приготування?
3. Охарактеризуйте добавки, які використовують в макаронному виробництві.
4. За якими регламентованими фізико-хімічними показниками якості макаронних виробів мають слідкувати технологічні служби макаронного виробництва?
5. З яких інгредієнтів складається вихідна сировина для виготовлення макаронних виробів швидкого приготування?
6. Охарактеризуйте вплив білкових збагачувачів у технології макаронних виробів. Їх види і призначення.
7. Що собою представляють сучасні технології виробництва якісних макаронних продуктів?
8. З яких основних етапів складається виробництво макаронних виробів?

6. ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРУЗІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

6.1. Сучасні тенденції виробництва борошняних кондитерських виробів

В 2019 р. важливим моментом для усвідомлення потреб сучасного ринку борошняних виробів було проведено Всеукраїнського маркетингового дослідження споживчих переваг на ринку хліба та борошняних кондитерських виробів Національною дослідницькою компанією UMG. Дослідження дозволило проаналізувати особисті переваги українських споживачів, вивчити купівельну поведінку щодо місць та обставин покупки, а також основні тенденції виробництва хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів:

- використання поліпшувачів у рецептурі традиційних та інноваційних хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів;

- розробка нових технологій хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів;

- впровадження сучасного устаткування та прискорених технологій бродіння тіста та випікання виробів.

Щодо вивчення попиту споживачів на хлібобулочні та борошняних кондитерських вироби, то останнім часом прослідковуються наступні тенденції:

- споживачі починають сприймати і цінувати хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби як окремий ферментований продукт. Усе частіше увага споживачів акцентується на смакових та якісних характеристиках хлібобулочних виробів. Зростає потреба у хлібі та борошняних кондитерських більш високої якості, більшого ступеня свіжості, м'якості, з іншим, якіснішим рівнем нарізки, автентичної текстури, аромату та смаком. Як наслідок, зростає

потреба в дорогому хлібі та борошняних кондитерських výroбах меншого розміру;

- попитом починають користуватися брендovanі та упаковані хлібобулочні продукти і борошняні кондитерські výroби, легенда брeнда та історія створення хлібобулочних та борошняних кондитерських výroбів стають на ринку все важливішими;

- різні випадки споживання хлібобулочних та борошняних кондитерських výroбів вимагають різних сортів та видів продукції.

Як одну з важливих тенденцій хотілося б вказати на стрімке зростання попиту на борошняні кондитерські výroби, серед них кекси, круасани, торти, рулети та печиво.

Підвищена увага споживачів до цієї групи výroбів у чомусь зумовлена її ціновою доступністю для широких мас населення, а також досить високою поживною цінністю. Також у споживачів з'явився особливий інтерес до нових смаків: крім відомих класичних смаків начинок стали користуватися попитом і новинки з екзотичними фруктами, а також унікальні комбінації смаків (наприклад, такі як шоколад з м'ятою).

Важливим глобальним трендом, який спрямовує ринок на потужний розвиток, є вихід українських виробників на міжнародний ринок і пов'язана з цим потреба у створенні якісної продукції, яка відповідає європейським стандартам якості.

Розроблення раціональних технологій нових харчових продуктів поліпшеної харчової та енергетичної цінності з високими органолептичними показниками – одна з основних задач харчової промисловості.

Асортимент продовольчих товарів в Україні постійно поширюється за рахунок нових видів товарів і вдосконалення вже існуючих. Основним джерелом постачання нових товарів залишається імпорт, хоча і деякі вітчизняні виробники теж закуповують нові технології, які за кордоном пройшли випробування і набули позитивної оцінки фахівців. Серед технологій, які активно розвиваються в Україні, можна назвати екструзійну,

яка забезпечує суттєву інтенсифікацію перероблення сільськогосподарської сировини в готові вироби.

6.2. Екструзія як інноваційний процес приготування харчових продуктів

Одним із актуальних завдань раціоналізації харчування в нашій країні і за кордоном є розширення асортименту продуктів підвищеної біологічної цінності (ППБЦ). Особливе місце серед ППБЦ займають екструдовані продукти. Вони є ідеальною основою для збалансованого харчування, особливо для дітей і людей похилого віку. Отримані продукти характеризуються високою засвоюваністю, за рахунок досягнення в процесі екструзії желатинізації крохмалю, добре атакується травними ферментами, а також в результаті руйнування деяких антіаліментарних речовин, що містяться в сировині. Процес екструдування – це перетворення сипучого дрібнодисперсного або грубоволокнисту кормового продукту в частинки певних розмірів з заданими фізичними властивостями, що досягається механічним впливом на продукт. Одночасне вплив вологи, тепла і механічного тиску в камері преса забезпечує необхідне зволоження і прогрів продукту з подальшим формуванням гранул в каналі матриці.

Процес екструзії класифікують на 3 групи:

- холодне формування (холодна екструзія),
- тепла обробка та формування при низькому тиску (тепла екструзія),
- тепла обробка і формування при високому тиску (гаряча екструзія).

Екструзійна обробка дозволяє інтенсифікувати процес виробництва харчових продуктів і являється більш економічною в порівнянні з традиційною технологією, оскільки вона поєднує процеси змішування, варіння та формування в одній машині – екструдері. На сьогодні найкращу якість обробки забезпечують двошнекові екструдери.

Екструзійний апарат являє собою герметичний корпус, в якому знаходяться один або два обертових шнека, і має на виході матрицю. Підведення тепла в екструдери може бути різним: або через порожнину шнека, або в порожнину корпусу. Є екструдери, в яких тепло отримують за рахунок сил тертя при переміщенні продукту шнеком. Таким чином, екструдери поєднують кілька операцій: змішування, варіння, охолодження, остаточне формування виробів.

У харчовій промисловості метод екструзії вперше був випробуваний в макаронному і кондитерському виробництвах. Великих успіхів в техніці і технології екструзування були досягнуті в Італії і Швейцарії, що дозволило організувати виробництво екструдованих харчових продуктів.

Метод екструзійної обробки дозволяє отримати ряд переваг у речовин:

- інтенсифікувати виробничий процес;
- підвищити ступінь використання сировини;
- отримати готові до застосування харчові продукти або створити для них компоненти, що володіють високою згущуючою водо- і жирутримуючою здатністю; знизити виробничі витрати (витрати тепла, електроенергії);
- знизити трудові витрати;
- розширити асортимент харчових продуктів;
- підвищити засвоюваність.

Внаслідок обробки екструзією компоненти вихідних матеріалів зазнають різних перетворень, які забезпечують підвищення їх засвоюваності, появу аромату, покращення смаку. Особливо вагомі ті зміни, яких зазнає крохмальна складова частина продуктів харчування. Так, при контакті з водою зерна крохмалю поглинають значну кількість вологи, збільшуючись в об'ємі.

При нагріванні системи крохмаль – вода через підвищення надійності окремих частин полісахаридних ланцюгів і взаємодію гідроксильних груп глюкозних залишків з водою підсилюється гідратація крохмалю і триває

збільшення набухання зерен, а при подальшому підвищенні температури відбувається їх руйнування. Останні процеси незворотні.

Крохмаль після вологотермічної обробки суттєво змінює свою структуру і властивості: в'язкість клейстерів після досягнення максимальних значень знижується, що проявляється при значному механічному впливі на ланцюжки полісахаридних молекул. При термічній та механічній обробці крохмалю не тільки руйнується структура його зерен, але й відбувається деструкція великих молекул полісахаридів, що полегшує їх ферментативну атакованість і зброджуваність, а також суттєво змінює реологічні властивості крохмальних клейстерів. При цьому відбувається, головним чином, деполімеризація амілози і меншою мірою – амілопектину. Внаслідок деструкції знижується здатність крохмалю до клейстеризації.

Встановлено, що амілопектин відіграє більш важливу роль при вибухові крохмальної зернини порівняно з амілозою, оскільки після вибуху кількість амілопектину зменшується на 10–12%, в той час як кількість амілози змінюється в дуже малих межах.

Дослідження, проведені в Японії, показали, що вологотермічна обробка картопляного крохмалю при 50–52,5°C протягом 1 год суттєво змінює його властивості: зростає температура клейстеризації і прискорюється момент досягнення максимальної в'язкості, підвищуються набухання і водоутримуюча здатність, в'язкість клейстерів і міцність студнів.

Після такої обробки дещо знижується максимальна в'язкість клейстерів крупних зерен крохмалю. Для дрібних зерен відмічено двостадійне набухання при клейстеризації. Мікроскопічним аналізом встановлено, що при проведенні обробки в м'яких умовах основні зміни структури відбуваються в аморфній частині зерен, кристалічність їх зберігається.

Ступінь зміни структури та властивостей крохмалю в процесі екструзії залежить від вологості вихідної сировини. При екструдуванні за однакових умов цільнозмеленого кукурудзяного зерна, але при різній його вологості (від 6,6 до 23,7%), одержані екструдати, які суттєво відрізняються за структурою та властивостями.

Зниження вологості вихідної сировини збільшувало розчинність крохмалю, ступінь клейстеризації і атакваність його ферментами. Водоутримуюча здатність, екструдату при цьому знижувалася, вміст декстринізованого крохмалю збільшувався з 10 до 60%. Дійшли висновку, що основним процесом деструкції крохмалю при екструзійній обробці сировини з низьким вмістом вологи є декстринізація.

При екструзійній обробці зазнає змін не тільки крохмаль, а й інші компоненти та активні речовини сировини. Білки при короткочасному високотемпературному процесі змінюють свою структуру, в основному, в результаті денатурації. Деякі молекули зміщуються та розтягуються, внаслідок чого розгортаються білкові молекули, змінюється їх орієнтація. Після цього білкові молекули з'єднуються у волокна і утворюється нова структура. В результаті гідролізу білків збільшується приблизно на 50% кількість змінного азоту. Дослідження змін складу-білків, розділених за фракціями, показали, що при екструзії продуктів з крупи кількість біологічно активних білків – водорозчинних альбумінів та солерозчинних глобулінів – збільшується. Кількість неповноцінних білків – розчинних у спиртах проламінів та лугах глютелінів – зменшується.

Хоч вплив високої температури (150°C) і тиску (1,4–4,0 МПа) триває близько 20 с, при екструзії відбувається часткова денатурація білкових компонентів, яка призводить інколи до зменшення їх розчинності. Вміст нативного білка в екструдаті не повинен бути нижчим 60% від його початкової кількості, але майже завжди він становить близько 90%. При

екструзійній обробці в продукті може швидко знижуватися вміст термолабільних харчових добавок (вітамінів А, С, тіаміну і ніацину). Те саме може відбуватися і зі смаковими добавками, які входять у рецептуру в кількості 0,5–1,5% до їх маси. Особливості перетворення продуктів слід враховувати при виборі умов обробки.

В процесі термічної обробки відбувається зміна не тільки властивостей компонентів сировини, але і їх харчової цінності. Вивчали перетворення, що відбуваються в процесі екструзії з білковими речовинами сумішей, взятих з кукурудзи, пшениці, рису, вівса, білої квасолі, а також знежирених соєвих бобів арахісу і кунжуту. Порівняння здійснювали з аналогічними зразками після мікрохвильової обробки протягом 2,5 хв. Встановлено, що суміш кунжуту, соєвих бобів та арахісу у співвідношенні 4:4:2 мала вищі показники якості білка, ніж інші композиції. Отримані дані дозволяють дійти висновку, що ці показники близькі до якісних характеристик казеїну. Обидва види термічної обробки підвищують харчову цінність сумішей, однак ефективніша з них – екструзійна. Термічний вплив на компоненти суміші не знижує їх переварюваність при обох видах обробки, а для трьох сумішей вона навіть підвищується при використанні методу гарячої екструзії (138–142°C).

6.3. Виробництво кондитерських виробів за допомогою методів екструзії

На сьогоднішній день різними видами екструзії отримують інгредієнти кормів для домашніх птахів, тварин, риб, кондитерські вироби (шоколад, цукерки, печиво, жувальну гумку), продукти дитячого та дієтичного харчування, повітряні круп'яні палички (кукурудзяні, рисові, перлові і т.д.), компоненти овочевих консервів і харчоконцентратів, широкий діапазон макаронних виробів.

Перспективність екструзійних технологій полягає в можливості використання широкого асортименту сировини, застосування сумішей круп, борошна, крохмалю, різних добавок. Подальшому розширенню виробництва екструдованих продуктів сприяє застосування добавок, що підвищують їх харчову і біологічну цінність.

У світі останнім часом постійно проводяться роботи з розроблення та вдосконалення технологічних ліній для виробництва комбінованих виробів, що складаються з кількох кондитерських напівфабрикатів із різними смаками. При створенні обладнання для їх формування перевага віддається методу ко-екструзії, що дає можливість інтенсифікувати виробничий процес та отримати різноманітний асортимент виробів. Тому розроблення вітчизняних технологій конкурентоспроможних комбінованих кондитерських виробів та рекомендацій зі створення обладнання для їх механізованого виробництва при формуванні методом ко-екструзії є актуальною проблемою для кондитерської галузі.

В кондитерській промисловості екструдери використовуються для формування виробів з пластичної кондитерської маси. Вони призначені для безперервного випресовування (витискування) профільованих виробів безмежної або обмеженої довжини через формуючу матрицю певного перерізу. До пластичних кондитерських мас належать переважно жирові маси в певному інтервалі температур (маса праліне, марципанова маса тощо). На виході з екструдера вироби можуть підлягати різанню на дрібніші частини або додатковій обробці (глазурування, нанесення візерунку).

Однією з груп кондитерських виробів, що користуються сталим попитом як на вітчизняному ринку, так і за кордоном, є комбіновані – з кількох напівфабрикатів з різними смаковими та структурними властивостями: печиво з начинками, цукерки з комбінованими корпусами тощо. Провідні закордонні фірми постійно розробляють нові технології й сучасне обладнання для виробництва комбінованих кондитерських виробів, зокрема, для їх формування перевагу віддають методу ко-екструзії, який дає змогу значно

поширити асортимент, механізувати та інтенсифікувати технологічний процес. Основними вимогами при формуванні кондитерських мас методом ко-екструзії є максимальне збереження певної структури напівфабрикатів, руйнування якої може відбуватися під дією механічних навантажень.

В хлібопекарській промисловості процес екструзії досить часто використовується як один із елементів обладнання для розробки тістових заготовок: як складова частина тістоподільника; при формуванні макаронних та кондитерських виробів; формування солодкої соломки, пряників, сухарних шпал та інше. При застосуванні екструзії у всіх перерахованих випадках основним завданням, для стабілізації параметрів екструдуювання, є стабілізація тіста, яке повинно мати гомогенну структуру, без газових включень повітря, вуглекислого газу, що утворюється під час бродіння.

Використання екструдованого житнього борошна з метою збільшення терміну зберігання при виробництві житнього хліба потребує розробки нових рецептур. Екструзійні продукти за своїми властивостями відносяться до групи набухаючих крохмалів, вони піддаються волого термомеханічному впливу при температурах вищих температури клейстеризацій крохмалю. Додавання екструдовано борошна в рецептуру хліба уповільнює процес бродіння і тісто набуває більш пружну структуру». Вироби, в який маса екструдованого борошна 10 % і більше, в порівнянні з контролем, мають менший питомий об'єм, щільну м'якушку, менш розвинену пористість.

6.4. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів

Екструзійна технологія різко, інтенсифікує процес вологотермічної обробки сировини і доповнює його ефективним механічним впливом, на компоненти, що забезпечує не тільки розварювання харчової сировини, але й деструктуризацію крохмалю та інших полімерних складових частин сировини.

Конструктивні особливості екструдерів дозволяють у широких масштабах регулювати інтенсивність і тривалість обробки сировини, що змінює структуру і властивості готової продукції в заданому напрямку.

Підбір композицій вихідного матеріалу, варіювання умов обробки сприяють істотному розширенню асортименту харчових та технічних продуктів.

Метод екструзійної обробки, який застосовується у виробництві харчових продуктів, має ряд переваг:

- високий ефект стерилізації;
- можливість використання широкої гами сировини;
- можливість збагачення продуктів різноманітними добавками (білком, волокнами, вітамінами);
- гнучкість і безперервність технологічного процесу;
- малі розміри екструдера; низька собівартість продукції.

Крім того, термічна обробка продукту в екструдері забезпечує знищення практично всієї, навіть спорової, мікрофлори. Тому екструзійна технологія знайшла застосування в багатьох галузях харчової промисловості.

В кондитерській промисловості екструдери використовуються для формування виробів з пластичної кондитерської маси. Вони призначені для безперервного випресовування (витискування) профільованих виробів безмежної або обмеженої довжини через формуючу матрицю певного перерізу. До пластичних кондитерських мас належать переважно жирові маси в певному інтервалі температур (маса праліне, марципанова маса тощо).

Запропонований спосіб виробництва сухих сніданків з підвищеним вмістом баластних речовин. Змішують кукурудзяну крупу, продукт переробки пшеничних висівків та інші компоненти (сіль, цукор, сухе молоко). Як продукт переробки пшеничних висівків використовують харчові волокна, одержані через

гідроліз висівок, у кількості 5 – 20% від маси суміші. Екструзію здійснюють при температурі суміші 160 – 180 °С. Вологість суміші – 16%.

Відомий спосіб приготування зернових паличок з додаванням продуктів, що містять білок, жир і емульгатор, а також смакові добавки. Суміш, яка складається з таких інгредієнтів, %: кукурудзяна крупка — 92; соєве борошно – 4,5; цукор – 3,0; ванілін – 0,5 завантажуються у першу секцію екструдера, додають воду в кількості 30% на сухі речовини сировини і здійснюють екструзійну обробку суміші при 190° С і тиску 7 МПа.

Борошно гречки, маючи високу харчову цінність (масова частка білків 15%, жиру – 2,5–2,6%, золи – 2,61%, сирової клітковини – 1,5%), знаходить все більше застосування для приготування різних видів харчових продуктів.

В Італії розроблено рецептури і технологію приготування сухих сніданків у вигляді пластівців з суміші 18–30% гречаного борошна та 70–52% кукурудзяного борошна з доданням 3–6% казеїнату Са, 4–7% цукру, 2–4%, солоду і 1% солі. Основні параметри екструзії: масова частка вологи суміші 27–31%, температура 140°С.

В США отримували продукти із суміші насіння бавовника і соєвого борошна. Встановлено, що продукти, які містять менше 50% насіння бавовника, можуть використовуватися для дитячого харчування.

В Південно-Африканській Республіці як вихідну сировину для одержання екструдованих продуктів використовують сорго.

Цінні харчові продукти можна отримати із знежирених бобових культур. В США розроблений спосіб екструдування зварених індійських бобів. Після варіння боби розтирають, і масу пропускають через екструдер. Екструдати розрізують, підсушують до вмісту вологи 6%, використовуючи сушіння в псевдорідинному шарі при температурі повітря 120°С. Готовий продукт легко відновлюється при розмішуванні з водою кімнатної температури.

В Болгарії використання методу екструзії дозволило розробити технологію виготовлення різних продуктів дитячого харчування і макаронних виробів (більше 50 найменувань).

В Німеччині започатковано виробництво нового виду сухого сніданку з картоплі. Суміш екструдує при 70–120°C і тиску 8–13 МПа. Подрібнені екструдати підсушують і обсмажують.

Метод екструзії застосовують для приготування прозорої карамельної маси. Для цього використовують глюкозний сироп, одержаний ферментативним гідролізом крохмалю α - або β -амілазою. Глюкозний і цукровий сиропи у співвідношенні 1:1 подають в екструдер. Маса екструдує через матрицю з діаметром отворів 3 мм, розливають у форми.

Продуктивність екструдера 20 кг/год.

В Японії організоване виробництво печива, збагаченого білком. Вихідною сировиною була суміш з пшеничного борошна – 42%, кукурудзяного крохмалю – 20%, сахарози – 20%. Білкового ізоляту із соєвих бобів – 11%, казеїнату Са – 6% і солі – 1%.

Екструзійна обробка сировини це екологічно безпечний, ресурсозберігаючий та універсальний процес, що дозволяє отримати добре засвоювані, термостерилізовані, з покращеними смаковими властивостями харчові продукти. Екструзійна обробка зернової та овочевої сировини широко застосовується для кормів для сільськогосподарських тварин. Відмінними рисами екструзійної техніки є суміщення кількох технологічних операцій в одній машині: транспортування, перемішування, подрібнення, варіння, здавлювання та формування; можливість створення нових видів готової продукції; збільшення швидкості перебігу хімічних реакцій; високий рівень автоматизації процесу скорочення обслуговуючого персоналу. Застосування екструзійної технології при виробництві харчових продуктів забезпечує

глибокі біохімічні перетворення поживних речовин – вуглеводів, клітковини, білків, що сприяє підвищенню їх засвоюваності та одержанню готових продуктів з високими якісними показниками.

Особливістю сучасного розвитку харчової промисловості є розробка та виробництво продуктів із заданим складом і властивостями, які б сприяли збереженню та покращенню здоров'я людини. Високотемпературна екструзія дає можливість отримувати продукти зі заздалегідь запланованими властивостями.

Методом екструзії сьогодні готуються різні хлібці та снеки, які перейшли з розряду ласощів до категорії загальноприйнятої їжі. Ось список продуктів, які готують у такий спосіб:

- жувальна гумка;
- кукурудзяні палички;
- подушечки та трубочки з начинкою;
- хрумкі хлібці та соломка;
- фігурні сухі сніданки;
- пластівці з кукурудзи та інших злаків;
- швидкозаварювані каші;
- дитяче харчування;
- фігурні чіпси;
- екструзійні сухарики;
- дрібні кульки з рису, кукурудзи, гречки, пшениці для наповнення та обсипання шоколадних виробів, морозива та інших кондитерських виробів;
- харчові висівки;
- набухає борошно, паніровка;
- продукти вторинної переробки хліба;
- соєві продукти: соєвий текстурат, концентрат (застосовуються у виробництві ковбаси, сосисок, котлет тощо);
- продукти переробки відходів тваринництва;

- модифікований крохмаль.

Сухі сніданки. Сухими сніданками прийнято називати вироби з кукурудзи, пшениці і рису у вигляді паличок, пластівців, повітряних зерен, які можна вживати без будь-якої додаткової кулінарної обробки. Також сухі сніданки випускають у вигляді кілець і зірочок, подушечок з начинкою. Неглазуровані пластівці і повітряні зерна використовують замість грінок до супів, глазуrowані подають до молока, чаю, кави. Для поліпшення смакових властивостей в суміші додають горіхи, сушені фрукти, шматочки шоколаду. Висушують фрукти і ягоди по-різному. Найдорожчий спосіб - сушка сублімації: продукт заморожується, а потім зневоднюється під вакуумом. Коли суміш заливають рідиною, сублімовані фрукти і ягоди насичуються вологою і стають як свіжі (ну або майже як свіжі). Правда, не багато виробників можуть дозволити собі такі дорогі технології. Живильні властивості сніданків підвищують, додаючи вівсяні пластівці. Частенько суміші збагачують вітамінами і мінералами. Всі компоненти і технологічні прийоми покликані допомогти нам - ледачим, сонним і вічно поспішають вранці. Для приготування сніданку не потрібно навіть воду кип'ятити - залити молоком або йогуртом і готово.

Круп'яні палички випускають глазуrowані і неглазуrowані. В основі виробництва лежить метод екструзії, при якому тістоподібна маса проходить через матриці екструдера під високим тиском і при високій температурі. При цьому продукт на виході з апарату роздувається через різкий перепад тиску. Готові вироби мають пористу структуру і збільшуються в об'ємі в 3–4 рази. Важливим моментом є вологість крупи перед екструдером, цей показник має бути 20–25%. Крупа в результаті тертя перетворюється на в'язку тістоподібної масу, яку пресують у вигляді джгутів і нарізають на невеликі шматочки. Готові кукурудзяні палички подають через дозатор в установку для нанесення добавок. Це може бути ванілін, какао, кава, кориця. Солоний варіант може бути з сиром або часником. Щоб нанести цукрову пудру (змішану з ваніліном або корицею)

палички спочатку змочують рослинним маслом. Кількість деформованих виробів і виробів нестандартного розміру не повинно перевищувати 10%.

Пластівці випускають з великою кукурудзяної крупи. Продукт являє очищену і зварену в сиропі крупу, яка потім розплющується і обсмажується. До складу сиропу входить вода, цукор, сіль. При швидкому обсмажуванні, всього 2–3 хвилини, при температурі 250–300°C з продукту вибухово виділяється волога. При цьому пластівці збільшуються в об'ємі, на їх поверхні з'являються бульбашки, вироби набувають золотистий колір. Дрібні і необсмажені пластівці видаляються при подальшій сортування і направляють на виробництво панірувальних сухарів. Щоб отримати глазуровані пластівці їх направляють в барабан, що обертається. Там їх поливають сиропом і одночасно підсушують.

Кукурудзяні палички. Весь технологічний процес займає не більше 10 хвилин. За 8-годинну зміну на виробництві отримують близько трьох тон солодких ласощів. Сам процес виробництва складається з декількох етапів:

Спочатку кукурудзяну крупу подають на екструдер, температура всередині якого становить від 40 до 150°C. Під впливом високої температури і тиску сировину набуває консистенції тесту.

Пластична маса потрапляє на спеціальну матрицю з дірочками, при проходженні через які тісто різко збільшується в розмірі, як ніби вибухає і набуває структуру кукурудзяної палички. Відбувається це через різкої зміни тиску. Форма і розмір дірочок на матриці визначають, якими будуть кукурудзяні палички: округлими, квадратними, у вигляді зірочок і т. д.

Палички, що вийшли з екструдера, залишаються занадто вологими, тому не мають свого смаку і ще не хрумтять на зубах. Для цього їх потрібно глазурувати і висушити в спеціальному барабані.

Кондитерська промисловість. В кондитерській промисловості екструдери використовуються для формування виробів з пластичної кондитерської маси. Вони призначені для безперервного впресовування

(витискування) профільованих виробів безмежної або обмеженої довжини через формуючу матрицю певного перерізу. До пластичних кондитерських мас належать переважно жирові маси в певному інтервалі температур (маса праліне, марципанова маса тощо). Кондитерські вироби, виготовлені за допомогою екструзії, включають жуйка, лакриця, і іриска.

Жуйка. Спочатку, основа ясен попередньо готується в процесі плавлення, проціджування або фільтрування. Препарат для основи гумки - це запатентована інформація, відома небагатьом людям у кожній компанії, що виробляє камедь. Далі до основи гумки додають інші інгредієнти, такі як поживні та неживні підсолоджувачі та ароматизатори, поки тепла суміш не загусне, як тісто. Суміш основи камеді нагрівають під час цього процесу змішування з метою збільшення ентропії полімерів для досягнення більш рівномірної дисперсії інгредієнтів. Потім, екструзія впроваджена технологія згладжування, формування та формування ясен. Далі гумка проходить процес формування, який визначається типом гумки та споживчим попитом. Наприклад, вирізані та загорнуті (шматок або куб) шматки вирізаються прямо з екструдера за допомогою вертикального різачка. Обшивка - це техніка, яка часто використовується для ясен палиць, плит і язичків. Потім камедь або кондиціонують, посипаючи її порошкоподібним поліолом, або наносять покриття шляхом нанесення наступних шарів покриття за допомогою керованих басейнів з регульованою температурою перед тим, як вона відправляється в упаковку.

Харчові концентрати. Харчові концентрати — це продукти, які пройшли у виробничих умовах первинну і кулінарну обробку з наступним висушуванням. Ці в основному багатоконпонентні суміші мають ряд переваг порівняно з іншими продуктами харчування. Використовуючи їх, можна швидко і з мінімальними затратами праці приготувати їжу. В їх складі, при малому об'ємі і масі, сконцентровано багато поживних речовин, які повніше

засвоюються організмом людини. Харчові концентрати транспортабельні і стійкі при зберіганні. Для виробництва харчових концентратів використовують майже всі види розглянутих раніше харчових продуктів, що відповідають вимогам стандартів. Частину продуктів піддають зневодненню методом теплової або сублімаційної сушки. Важливе місце займають також варено-сушені крупи і зернобобові, крупи, які не потребують варіння, сушене м'ясо, сухі плодоовочеві напівфабрикати, білкові гідролізати. При гідротермічній обробці і сушці відбувається повна або часткова клейстеризація крохмалю і частковий гідроліз його з утворенням декстринів. Тому в продукті збільшується вміст водорозчинних речовин. Коагульовані білки краще засвоюються організмом людини, але надмірна дія тепла може призвести до значних незворотних процесів у білковій молекулі. Концентрати обідніх страв – збагачені мікронутрієнтами з використанням вітамінно-мінерального комплексу відповідних концентрацій для супів, вівсяних каш та екструдованих виробів.

Вітамінно-мінеральні премікси: для супів 0,03%, каш – 0,12%, екструдованих виробів – 0,08%, які забезпечують до 50% добової потреби людини у вітамінах А, D, С, Е, В₁, В₂, В₆, В₁₂, фолієвої кислоти, РР, Н.

Застосовують екструзію в виробництві харчових продуктів:

- з метою покращення якості продукту за рахунок зміни його властивостей шляхом механічного та термічного впливу;

- з метою надання виробу форми.

Плюси застосування екструзії:

- механічне руйнування: виходячи з екструдера продукт розширюється, що спричиняє пошкодження структури продукту та його руйнування на дрібні частинки, що забезпечує більш легке перетравлення, а також прискорене засвоєння поживних речовин;

- денатурація білка; оскільки в екструдер відбувається короточасний нагрівання продукту до температури більше 100°C, відбувається денатурація білків, і за рахунок цього підвищується калорійність;

- зниження вмісту шкідливих речовин (антинутриентів) та токсинів; яскравим прикладом є соя, у процесі екструзії у ній знижується до безпечного рівня вміст інгібітору трипсину та уреаз;

- стерилізація; завдяки термічній обробці знищуються бактерії, цвіль та інші різновиди шкідливих мікроорганізмів; також, припиняється зростання цвілі, завдяки чому термін придатності збільшується;

- желатинізація крохмалю; крохмаль є важливою складовою продуктів; при проходженні продукту через екструдер складні вуглеводи, що містять крохмаль і цукор розпадаються на прості, за рахунок чого процес прискорюється;

- гомогенізація та формування; в екструдер всі складові виробу змішуються; використання формувального пристрою дозволяє виробляти вироби різної форми;

Переваги екструзії

- солідне вливання капіталу не знадобиться під час запуску повної виробничої лінії; метод відрізняється мінімальною затратністю;

- екологічність;

- у виробництві можна повторно переробляти сировину, зменшуючи кількість відходів і забруднень планети задля збереження екологічного балансу;

- безперервна робота у форматі 24/7;

- лінійка з випуску виробів через профільну головку працює у безперервному режимі, дозволяючи встановлювати на заводах та фабриках цілодобовий режим роботи з декількома змінами для досягнення бажаних показників рентабельності; підприємства ефективно збільшують обороти, розвивають масштаб діяльності;

- швидкість; на замовлення клієнтів великі партії продуктів будуть виготовлені в найкоротші терміни; екструзія характеризується високою швидкістю, тому немає проблем із випуском обумовленого обсягу товарної продукції, якість якої суворо відповідає нормам;

- автоматизація; усі етапи автоматизовані, ймовірність людської помилки зведено до мінімуму. У цехах використовується обладнання, яке має просте управління, додаткові опції.

Існує думка, що метод екструзії дозволяє зберегти у продуктах більшість корисних речовин, які містять злакові: мінерали, вітаміни, протеїни, вуглеводи. Проте, достовірність цієї заяви суттєво коливається залежно від того, який метод екструзії був застосований: холодна, тепла та гаряча.

Екструзія це, перш за все, спосіб робити «кілограми їжі». Так ось, гаряча екструзія дозволяє робити дешевші продукти, які нібито добре виглядають (якщо люди вже звикли вважати сухий сніданок чимось «нормальним»), хоча підозрюємо, що років 50 тому такого не існувало. Хоча, можливо, через якийсь час навіть натуральний «вигляд» не буде надійним параметром.

Питання для самодіагностики знань

1. Назвіть основні тенденції виробництва хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів.
2. В чому полягає метод екструзійної обробки у виробництві харчових продуктів, його переваги в перетворенні фізико-хімічні інгредієнтів в процесі екструдкування?
3. Покажіть перспективність екструзійних технологій у кондитерській промисловості.
4. Охарактеризуйте плюси та переваги застосування процесів екструзії в харчових технологіях.
5. Проаналізуйте список продуктів, які готують у екструзивний спосіб, які перейшли з розряду ласощів до категорії загальноприйнятої їжі.

7. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ ТА КОНЦЕНТРУВАННЯ МОЛОКА

7.1. Молочні консерви та згущені і сухі молочні продукти

До молочних консервів відносяться згущені і сухі молочні продукти. Молоко – повсякденний продукт харчування. Має обмежений термін зберігання з-за високого вмісту води. Отримання молока носить сезонний характер. Все це викликає необхідність переробки його з подальшим зберіганням і транспортуванням.

Молоко згущене. В процесі згущування молока частково видаляють вологу, іноді вводять консервант (цукор). Висока концентрація сухих речовин негативно впливає на мікроорганізми, герметична упаковка сприяє стерильності молока. Промисловість виробляє широкий асортимент молочних продуктів, що згущують: цілісне молоко згущене з цукром, молоко стерилізоване згущене стерилізоване концентроване, молоко нежирне згущене з цукром, кава згущена з молоком і цукром, какао із згущеними ваершками і цукром, вершки згущені з цукром, кавою з згущеними вершками і цукром, цикорій зі згущеним молоком і цукром, кавовий напій зі згущеним молоком і цукром.

Цілісне згущене молоко, з цукром готують у вакуум-апаратах з видаленням води до 1/3 первинного об'єму молока з подальшим додаванням цукру. Консистенція продукту нормально в'язка, без наявності кристалів молочного цукру, що відчуюються мовою. Допускається борошниста консистенція і незначний осад лактози на дні банки, що утворюється при зберіганні консервів. Колір білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі, смак солодкий, з присмаком пастеризації, без сторонніх присмаків і запахів. Допускається

наявність легкого кормового присмаку. Масова частка вологи – не більше 26,5%, сахарози – не менше 43,5%, сухих речовин – не менше 28,5%, зокрема жиру – не менше 8,5%; кислотність – не більш 48Т, група чистоти – не нижче другий, додавання рослинних жирів не передбачене стандартом. Стерилізоване згущене молоко отримують уварюванням до 2/3 первинного об'єму. Його гомогенізують, охолоджують, фасують в банки і стерилізують. Воно має смак топленого молока із солодкувато-солоноватим присмаком, консистенція текуча, колір кремовий. Масова частка сухих речовин не менше 25,5%, зокрема жиру – не менше 7,8. Молоко згущене концентроване, готують з підвищеним вмістом сухих речовин – не менше 27,5%, зокрема жиру – не менше 8,6%.

Какао зі згущеним молоком і цукром має масову частку сахарози не менше 43,5%, волога – не більше 27,5%, сухих речовин молока і какао – не менше 28,5%, зокрема жиру – не менше 7,6%. Кава зі згущеним молоком і цукром містить екстракт кави з цикорієм (20%). вершки згущують з цукром мають масову частку сахарози не менше 37%, волога – не більше 26, сухих речовин -- не менше 36, зокрема жиру – не менше 19%.

Молоко нежирне згущене з цукром є напівфабрикатом для переробної промисловості. Для цих же цілей готують сироватку, що згущує, і пахту. Консерви згущені з кавою, кавовими напоями, какао повинні мати колір, смак і аромат, властиві цим наповнювачам. Дефекти молочних згущених консервів: кормові присмаки, піскуватість, творожистість, загусання, бомбаж, коричневий колір молока, згірклість.

Піскуватість – це наявність кристалів молочного цукру розміром більше 16 мкм із-за порушення режиму охолодження молока. Творожистість виражається в утворенні сирнистих грудочок білка, що згорнувся, при підвищеній кислотності сировини. Загусання відбувається під впливом мікрококів або по фізико-хімічних причинах і виглядає як втрата текучості молока. Коричневий колір молока, що згущує, виникає в результаті хімічних

змін його складу при тривалому зберіганні. Згірклість є причиною псування жиру молока при недостатній тепловій обробці.

У реалізацію не повинні поступати бомбажні консерви, а також молоко, що має сирнисту і піскувату консистенцію, згірклий смак. Фасують згущене молоко в жерстяні банки, металеві туби, полімерні пакети, а також в дерев'яні і фанероштамповані бочки, що вистилають плівкою.

Умовною банкою при обліку молочних консервів є банка місткістю 400 гр. Крім звичайного маркування на банки і туби наносять умовне, що складається з цифр і букв. На банці їх розташовують в два ряди і розшифровують таким чином: М – індекс молочної промисловості, останні цифри цього ряду – асортиментний номер продукції, дві середні – номер підприємства-виготівника; другий ряд – зміна, число (дві цифри), рік виготовлення (дві останні цифри). На туби наносять один ряд цифр, розташованих в наступному порядку: зміна, число, місяць, рік, асортиментний номер. Зберігають згущені молочні консерви при температурі від 0 до 10°C і відносної вологості повітря не вище 85% в герметичній тарі не більше 12 місяців, в негерметичній – 8 місяців, в полімерній упаковці -- не більше 3 місяців.

Сухі молочні продукти. Для їх виробництва молоко консервують при максимальному видаленні волога. Досягається це попереднім згущуванням пастеризованого молока з подальшою сушкою на вальцьових або распильних сушарках. У першому випадку виходить плівкове молоко, відновлюваність якого нижча, ніж сухого распильовальної сушки, розчинність якого – 98 – 99%.

Наша промисловість готує молоко коров'яче цілісне сухе вищого і першого сортів, сухе цілісне молоко з цукром, з цукром і какао, сухе знежирене, сухе кисле молоко, суху пахту, суху сироватку, вершки сухі і вершки сухі з цукром вищого і 1-го сортів, молоко сухе швидкокорозчинне (інстант), сухі суміші для морозива. По жирності виробляють молоко 20 і 25%. У 1-му сорті на

відміну від вищого допускаються легкі кормові присмаки, окремі пригорілі частинки, незначна грудкувата. Колір сухих молочних продуктів білий з кремовим відтінком. З фізико-хімічних показників нормується масова частка вологи, жиру, розчинність, кислотність відновленого молока. Масова частка вологи в молоці сухому цілісному в герметичній упаковці повинна бути не вище 3,7%, в вершках – 4, в негерметично упакованих продуктах – не вище 7%.

Молоко сухе швидкорозчинне (інстант) готують в спеціальних апаратах – інстанттайзерах. Воно має структуру пористого порошку, пронизану крупними капілярами. По ним проникає волога і сприяє швидкому розчиненню. Швидкорозчинне молоко може бути нежирне, жирністю 15 і 25%, зміст вологи 7–10%. Дефектами сухого молока є сальний присмак, згірклість, затхлість, потемніння кольору, знижена розчинність.

Сухі молочні продукти упаковують в чотирьох- або п'ятишарових не просочених бітумом паперових мішках масою нетто до 25 кг, в ящики з гофрованого картону – до 20 кг Тара повинна обов'язково мати вставки з поліетилену, пергаменту, підпергаменту. Фасовку сухого молока проводять в картонно-металеві банки з полімерним покриттям внутрішньої поверхні, вставки з фольги, фольги і пергаменту, маса 250, 500 і 1000 гр. Маркують аналогічно згущеному молоку. Сухі молочні продукти зберігають при відносній вологості повітря не більше 75% і температурі не вище 20°C в герметичній упаковці до 8 мес, в негерметичній – до 3.

Дитячі сухі молочні продукти. Для дітей грудного віку готують сухе молоко розпилювальним способом з суміші пастеризованих вершків, молока, гомогенізованої лактози. Фасують в герметичну тару масою не більше 250 гр. Молоко сухе напівжирне для дитячого харчування готують з суміші молока, вершків і знежиреного молока, що гомогенізує. Плазма є сухим

молочнобілковим продуктом, що містить 72–76% розчинного казеїну. Фасують в картонні коробки масою 100 гр.

Морозиво можна віднести до групи молочних консервів, отриманих дією низьких температур. Це смачний освіжаючий продукт, що володіє високою живильною цінністю, легкою засвоюваністю. Отримують збиванням і заморожуванням пастеризованої і гомогенізуючої суміші натурального коров'ячого молока, вершків, консервованого молока (що згущує і сухого), вершків, різних смакових, ароматичних добавок і стабілізатора. Промисловість готує спеціальні сухі молочні суміші для морозива, отримувані розпилювальним висушуванням сировини, підібраної по рецептурі.

Жир в морозиві знаходиться в легкозасвоюваній формі, білки молока і інших компонентів складають 4–4,5%, присутні мінеральні речовини – кальцій, фосфор, магній, калій, натрій, залізо і ін. Вітаміни переходять в морозиво в основному з молочної сировини. В деяких випадках морозиво має дієтичне значення. Завдяки смаковим і живильним властивостям воно незамінне для людей, страждаючих відсутністю апетиту, видужуючих, при стоматитах, запальних процесах в порожнині рота.

Для виробництва морозива використовують широкий асортимент сировини, тому кожен з його видів готують по певній схемі (миють, розчиняють, фільтрують і т. д.). Стабілізатори вводять в суміш морозива для поліпшення структури, консистенції, їх однорідності. Як стабілізатори використовують агар, агароїд, желатин, крохмаль. Підготовлену сировину змішують і гомогенізують для додання однорідній консистенції, суміш пастеризують. Дія холоду на суміш для морозива йде в три періоди: охолодження до 3–4°C протягом 4–12 г (дозрівання), часткове заморожування з одночасним збиванням суміші до досягнення усередині маси температури мінус 3,5°C (фризерування), гартування в камерах при температурі мінус 30°C протягом 35–45 хв. Збивання

суміші морозива при фризюванні насащає його бульбашками повітря, створює однорідну, ніжну, легко-танучу консаенцію продукту, зніжує відчуття холоду при вживанні. Гартування додає морозиву щільність, зберігає бульбашки повітря. Температура усередині морозива встановлюється мінус 8–10°C і нижче. Чим нижче температура заморозування, тим дрібніше за розміром утворюються кристали льоду, тим більше ніжною і такою, що тане, буде консаенція.

Залежно від особливостей виготовлення морозиво ділять на м'яке і загартоване. М'яке морозиво отримують без гартування, вживають відразу після фризювання. Готують і реалізують в їдальнях, кафе, кафетеріях, ресторанах, рундуках, де встановлені фризери. Температура морозива мінус 5°C, консаенція ніжна, кремоподібна. Суміш для м'якого морозива повинна містити не менше 36% сухих речовин.

Загартоване морозиво основних і любительських видів. У основі видів і асортименту кожного з них лежить рецептура морозива. До основних видів загартованого морозива відносять молочне, вершкове, пломбір, плодово-ягідне, ароматне. Морозиво на молочній основі (молочне, вершкове, пломбір) готують без наповнювачів і з наповнювачами (родзинки, кава, какао, горіхи, шоколад, ягоди, цукати). Плодово-ягідне морозиво проводять на основі пюре, соків, сиропів різних плодів і ягід (вершкове, полуничне, чорносмородинове, вишневе). Найменування морозива відповідає виду основної сировини і добавки (з ваніліном, корицею, горіхами).

Ароматне морозиво виробляють з цукру, інвертного цукру, харчових кислот, ароматичних і фарбувальних речовин, води і стабілізаторів. Залежно від ароматичних есенцій воно може бути вишневе, полуничне, апельсинове і ін. Любительське морозиво готують з використанням ширшого набору сировини і часто воно носить умовну назву: абрикоси з вершками, чорнослив з горіхами, томатне і ін. Любительські види характеризуються оригінальністю поєднання

сировини, оформлення. Вони можуть бути на молочній основі (Морозко, Сніжинка), на плодово-ягідній, на їх суміші.

Промисловість може виробляти дієтичне морозиво, наприклад, для діабетиків (на цукрозамінювачах), на основі квашення маси грибками кефірів. Як підсолоджувачі для морозива використовують сахаринат натрію (сахарин), цикламат, аспартам, сукралозу і їх композиції Світлі, Зюслі і ін.

По вигляду упаковки, формі відпустки при реалізації розрізняють вагове (у гільзах або ящиках з полімерною вставкою) і фасоване. Останнє може бути дрібної фасовки (50–100 г), типу ескімо – прямокутне, усічений конус на паличці, в шоколадній глазурі або без неї, брикет з вафлями і без вафель, з глазур'ю шоколадною, жировою, ароматичною і без глазури, у вафельних трубочках, стаканчиках, ріжках, в картонних стаканчиках і так далі Морозиво крупної фасовки – це морозиво масою від 250 г і вище в картонних коробках з вистиланням пергаментом, підпергаментом. У кафе-морожених продають порційне морозиво.

Для виробництва морозива використовують не тільки молоко, але і продукти його переробки – пахту, сироватку. На згущеній суміші і свіжій пахті з різними добавками готують морозиво Буратіно, на молочній сироватці – Холодок, Кисло-солодке, Бадьорість (з насиченням киснем).

Морозиво повинне мати чисті, добре виражені для даного його вигляду смак і запах, без сторонніх і неприємних присмаків і запахів; консистенція – однорідна по всій масі, без відчутних кристалів льоду, грудок жиру і стабілізатора, в міру щільна. Колір однорідний, наявність нерівномірного забарвлення допускається в морозиві з горіхами, плодами і ягодами. У реалізацію не повинне поступати морозиво з присмаками гіркого, згірлого, сального, металевого, пліснявілого, вираженого кормового, пригорілого; із сторонніми запахами, з явно вираженою грубою, піскуватою, крупитчатою

консистенцією, з крупними кристалами льоду, водянисте, в деформованій, забрудненій тарі.

При транспортуванні і короткочасному зберіганні (до 5 діб) кращими температурами є мінус 12–14°C. Більш тривале зберігання здійснюють в морозильних камерах з температурою не вище – 20°C і відносною вологістю повітря 85–90%. За цих умов фруктово-ягідне і ароматичне морозиво зберігається до 1,5 міс, вершкове і молочне – до 2, пломбір – до 3 міс. Для забезпечення роздрібної торгової мережі, особливо в літній сезон, бажана доставка морозива, необхідного для двухгодинної реалізації.

7.2. Застосування рослинних олій та білкових концентратів у складі кисломолочних напоїв. Технологічні рішення у виробництві рідких кисломолочних напоїв

Промислове перероблення молока являє собою складний комплекс послідовно взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, теплофізичних та інших специфічних технологічних процесів. Усі вони спрямовані на виробництво молочних продуктів із вмістом усіх складових незбираного молока або його окремих компонентів.

Основними завданнями інноваційних технології молочних продуктів є:

- збереження всіх природних властивостей сировини з моменту її одержання на фермах до передачі готової продукції в торговельну мережу;
 - розроблення та впровадження прогресивних технологій для виробництва біологічно повноцінних продуктів високої якості;
- ресурсо- та енергозаощадження.

Сучасні інноваційні технології молочних продуктів базуються на досягненнях фундаментальних наук, а її особливістю є постійний розвиток і вдосконалення.

Молочна промисловість України перебуває на етапі широкомасштабного технічного переоснащення підприємств, заміни морально та фізично застарілого обладнання на безперервні лінії виробництва провідних європейських фірм, розширення сировинної бази, впровадження новітніх технологій.

Нині сфера застосування рослинних олій у молочній промисловості значно розширилася. Це зумовлено не стільки пошуками дешевих джерел сировини, скільки змінами уявлень про здорове харчування, появою на ринку високоякісних заміників молочного жиру нового покоління. З'явилося багато кисломолочних продуктів з лікувально-профілактичними властивостями на основі молока, рослинних жирів і білків з використанням кефірних грибків, лактобактерій і біфідобактерій.

Основною особливістю технології кисломолочних продуктів із рослинними жирами є отримання стійкої молочно-рослинної емульсії. Холодне знежирене молоко підігрівається в секції регенерації до температури 60–65°C і подається в емульсор, куди одночасно надходить розігрітий рослинний жир. Потім рослинні вершки проходять послідовно секції пастеризації, регенерації та охолодження. Решта технологічних процесів виробництва кисломолочних продуктів із вищезазначеними складом аналогічні параметрам виробництва традиційної молочної продукції.

Додавання до коров'ячого молока соєвого білкового ізоляту у виробництві йогуртів, ацидофіліну та інших кисломолочних напоїв підвищує дієтичні та лікувальні властивості цих продуктів. Такі продукти пригнічують хвороботворну мікрофлору й відновлюють корисну мікрофлору шлунково-кишкового тракту людини після лікування різних захворювань антибіотиками. Використання соєвих компонентів у виробництві харчових продуктів завдяки таким функціональним особливостям білка, як легка засвоюваність і невисока вартість, роблять їх привабливими для застосування в молочній промисловості,

дають змогу істотно підвищити біологічну цінність і розширити асортимент продукції.

Нижче наведено декілька прикладів виробництва рідких кисломолочних виробів.

Кисломолочний симбіотичний продукт Кефінар отримують на основі різного співвідношення коров'ячого та соєвого молока: від 1:9 до 9:1. Масова частка сухих речовин у нормалізованій суміші становить від 8 до 13%, у тому числі масова частка жиру – від 1 до 3%. У складі закваски додатково до кефірних грибків (2–5% об'єму суміші) використовують мезофільний молочнокислий лактокок у кількості 0,1–0,3% і ацидофільні молочнокислі 34 палички в кількості 0,3–0,7% об'єму суміші. Сквашування здійснюють за температури 23–28°C.

Кисломолочний продукт отримують із суміші соєвого і коров'ячого молока у співвідношенні від 1:9,5 до 9,5:1 сквашуванням цієї суміші молочнокислими мікроорганізмами. Причому в складі закваски використовують молочнокислу ацидофільну паличку і термофільний стрептокок, які вносять у нормалізовану суміш за температури 38–40°C і витримують 4–5 год, потім суміш охолоджують до 25–28°C і вносять кефірні грибки в кількості 1,5–2,0 % об'єму суміші.

Кисломолочний продукт Ацидолакт виготовляють із суміші коров'ячого та соєвого молока, в складі закваски поряд з ацидофільною паличкою використовують термофільний стрептокок у співвідношенні 1:3, а температуру сквашування встановлюють 37–40°C.

Напій кефірний столовий виробляється з пастеризованої суміші нормалізованого за масовою часткою жиру молока, соєвого білка ізольованого, масла вершкового або молочного концентрованого жиру з додаванням або без додавання стабілізатора, цукру, сквашуванням закваскою, приготовленою на кефірних грибах. Для виготовлення напою кефірного столового з масовою

часткою жиру 2,5% використовують молоко сухе знежирене в кількості 47,0 кг/т, жир молочний або рослинний – 24,53, білок соєвий ізольований – 15,5 кг/т, решта – вода та закваска.

Технологічний процес виробництва напою кефірного столового аналогічний процесу виробництва кефіру з коров'ячого молока. Готовий продукт містить 2,5 або 3,2% жиру, 6,5% сахарози. Термін придатності продукту до споживання за температури 4–6°C становить 5 діб.

Напій йогуртовий столовий з масовими частками жиру 2,5 та 3,2% виробляється з пастеризованої нормалізованої за масовою часткою жиру суміші знежиреного молока, масла вершкового чи концентрованого молочного жиру, або рослинного жиру соєвого білка, з додаванням або без додавання стабілізаторів, цукру або підсолоджувачів, сквашуванням закваскою, приготовленою на чистих культурах болгарської палички і термофільного стрептокока. Готовий продукт містить 2,5 або 3,2% жиру, 6,5% сахарози. Термін придатності до споживання напою йогуртового за температури 4–6°C становить 5 діб.

7.3. Сучасні види заквашувальних препаратів, ферментні препарати та їх застосування у актуальних технологіях молочних продуктів

У біотехнології ферментованих молочних продуктів (кисломолочних напоїв, сметани, сиру кисломолочного, сичужних сирів) функціонально необхідним елементом є заквашувальні культури. Вони містять мікроорганізми, спеціально селекціоновані за фізіолого-біохімічними та біотехнологічними властивостями та підібрані з урахуванням особливостей технології певних видів продуктів. Саме мікрофлора заквашувальних культур визначає специфічні

фізико-хімічні, дістичні, лікувально-профілактичні та органолептичні властивості більшості ферментованих молочних продуктів, забезпечує їхню безпечність для споживачів, збереження якісних характеристик упродовж зберігання. Значущість заквашувальних культур обумовлена тим, що під час виготовлення та зберігання продуктів відбувається розвиток мікрофлори, що призводить:

- до перетворення основних частин молока на складові компоненти продуктів, які формують їх характерні властивості (як то: зброджування лактози до молочної та інших кислот, спиртів, альдегідів, кетонів, вуглекислого газу; перетворення лактатів на пропіонову кислоту; модифікація та протеоліз молочних білків з утворенням розчинних білків, пептидів, вільних амінокислот; гідроліз молочного жиру, тощо);

- до зміни фізико-хімічних показників продукту (зниження активної кислотності, окисно-відновного потенціалу), що істотно впливає як на ріст, розмноження та метаболізм сторонньої мікрофлори, так і на інтенсивність та напрям біохімічних процесів;

- до формування специфічної структури та консистенції продуктів;

- до пригнічення розвитку патогенних і умовно-патогенних бактерій в результаті конкуренції за найдоступніші поживні сполуки та утворення специфічних і неспецифічних речовин з антимікробною дією.

Упродовж останніх 20 років відбулися колосальні зміни у культивуванні заквашувальної мікрофлори. Культури, необхідні для отримання ферментованих молочних продуктів, пропонуються ринком у різних формах та зрізною функціональною активністю для певних продуктів.

Промислове виробництво заквашувальних культур залежить від трьох взаємопов'язаних та однаково важливих елементів: технологічного обладнання, власне технологій та управління технологічним процесом. Це можна прослідкувати на прикладі історії розвитку заквашувальних препаратів. Так,

спочатку використовували природні закваски, які формувалися за спонтанного сквашування молока. Для виробництва продукту їх додавали у певній кількості до молочної основи. Поступово стали використовувати спеціально відібрані домінуючі штами, або композиції, що надавали продуктові бажаних характеристик. Так виникли закваски, технології виробництва яких реалізовувалися на традиційних методах отримання культур як в молоці, так і в спеціальних поживних середовищах. Виробництво бактеріальних концентратів стало можливим за наявності спеціального обладнання, яке дозволяло нагромаджувати біомасу з певним рівнем антисептики та контролю за перебігом культивування. Детальні дослідження фізіології мікроорганізмів, закономірностей їхнього розвитку, чутливості до технологічних операцій, особливо до способів консервування біомаси, дозволило створити сучасні заквашувальні препарати прямого внесення. Заквашувальні культури є найважливішим фактором, що визначає кінцеву якість та властивості того чи іншого продукту. Отже, вибір типу бактеріальної культури і способу її використання є надзвичайно важливим для кожного окремого молокопереробного підприємства.

Традиційно в залежності від групового складу мікрофлори розрізняють такі бактеріальні культури:

- мезофільного типу, що містять у своєму складі молочнокислі бактерії видів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* bvr. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus casei* ssp. *casei*, *Lactobacillus plantarum*. Такі заквашувальні культури характеризуються оптимальною температурою розвитку 28 – 32°C та застосовуються як джерело основної мікрофлори під час виробництва простокваші, сиру кисломолочного, сметани, сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання, м'яких сирів;

- термофільного типу з оптимальною температурою розвитку 37–42°C, до складу яких залучають молочнокислі бактерії видів *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*. Їх використовують під час виробництва таких кисломолочних продуктів, як ряжанка, йогурт, ацидофілін, мечніковська простокваша, а також твердих сичужних сирів з високою температурою другого нагрівання;

- пропіоновокислі бактерії виду *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermani*, які є незамінним складником заквашувальної мікрофлори твердих сичужних сирів швейцарської групи, а останнім часом – біологічно активних молочних продуктів;

- біфідобактерії видів *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium infantis*, які

- застосовують для збагачення ферментованих молочних продуктів пробіотичною мікрофлорою та надання їм лікувально-профілактичних властивостей;

- культури змішаного типу, що містять мікроорганізмів різних таксономічних груп. Прикладами таких культур можуть бути бакконцентрат для виробництва кефіру, до складу якого входять молочно- і оцтовокислі бактерії та дріжджі; закваски для виробництва кумису, айрану, мацоні тощо.

Окремо слід відзначити багатокomпонентні закваски, які поряд з молочнокислими бактеріями, містять біфідобактерії, пропіоновокислі бактерії тощо. До їх складу залучають штами різних видів мікроорганізмів з урахуванням сумісності та синергізму. Це дозволяє розширити ферментний профіль заквашувальної композиції, стабільність властивостей та її біологічну активність, що забезпечує отримання ферментованого продукту високої якості.

В залежності від кількості видів мікроорганізмів у складі заквашувальних композицій виділяють такі типи бактеріальних культур:

- моновидові, що містять бактерії одного виду. Такий підхід часто застосовують для регулювання окремих мікробіологічних та біохімічних процесів підчас виробництва ферментованих молочних продуктів. Серед них можна виділити одно штамові та багатощтамові культури визначеного складу;

- полівидові, до складу яких залучено штами декількох відомих видів, або родів мікроорганізмів.

Такі заквашувальні культури зазвичай складаються з повного набору бактерій, які забезпечують нормальний перебіг технологічного процесу виробництва ферментованих молочних продуктів, надають їм вираженої смако-ароматичної композиції, формують специфічні фізико-хімічні властивості продуктів. Слід зазначити, що існують і змішані багатощтамові заквашувальні культури невизначеного складу, які містять повністю або частково невизначені мікроорганізми. Прикладами є кефірна грибкова закваска та природні сироваткові закваски, що використовують у виробництві традиційних сирів у Швейцарії, Франції та Італії.

Залежно від фізичного стану заквашувальні культури розподіляють на рідкі, сухі, заморожені. Залежно від кількості життєздатних клітин та способу одержання вирізняють:

- бактеріальні закваски, під час виробництва яких не проводять концентрування мікробних клітин, тому чисельність бактерій у них зазвичай становить 108–109 КУО/г (см³);

- бактеріальні концентрати, обов'язковим етапом виробництва яких є концентрування бактеріальної маси, тому чисельність бактерій у них сягає 1010–1011 КУО/г (см³).

Такі бакпрепарати можуть використовуватися безпосередньо прямим внесенням, або вимагати попередньої активізації.

На сучасному етапі заквашувальні культури прямого внесення (DVS) визнані у всьому світі та набули поширення в Україні завдяки значним перевагам

над традиційним пересадковим способом приготування виробничої закваски. Доцільність застосування та перспективність таких культур під час виробництва ферментованих молочних продуктів підтверджено багатьма фактами, серед яких – простота та зручність у використанні, стабільність співвідношення між видами та штамми, можливість працювати зі сировиною зі зниженими якісними показниками, уникнення вторинного забруднення продукту сторонньою мікрофлорою разом з виробничою закваскою, можливість гнучкого розширення асортименту. В Україні в умовах неідеальної якості молока-сировини пряме внесення культур набуває особливої актуальності.

Важливою перевагою використання DVS-культур є мінімізація ризику враження бактеріофагами. Пряме внесення дає змогу вилучити стадію приготування виробничої закваски та розмноження в ній бактеріофагів, а також значно скоротити тривалість виробничого циклу, тим самим усунути адаптацію фагів до клітин. Сучасні заквашувальні культури, як правило, містять набір штамів з різними фаготипами, що дозволяє в разі враження фагами одного штаму проводити ферментування за рахунок інших.

Слід зазначити, що тип ферментованого продукту обумовлює різні підходи до відбору штамів та створення заквашувальних композицій. Зокрема, основною умовою при створенні заквашувальних культур для традиційних, у тому числі і національних продуктів, є максимальне відтворення їхньої природної мікрофлори, тоді як для продуктів спеціального призначення – забезпечення бажаного корисного впливу на організм споживача. Вибір того чи іншого бактеріального препарату здійснюється виробником ферментованих молочних продуктів за такими критеріями:

- традиції харчування (національні продукти, кошерні продукти);
- вимоги споживачів щодо смакових характеристик, текстури, функціональної дії, умов зберігання;

-біологічні та технологічні характеристики заквашувальної культури, а саме: ферментативний профіль (тип ферментування, рівень протеолітичної та ліполітичної активностей, розщеплення вуглеводів, забезпечення необхідного аромату, консистенції, газоутворення), тривалість та стабільність ферментування, збереження якісних характеристик кінцевого продукту за таких технологічних операцій як охолодження, фасування та зберігання;

- вид заквашувального препарату (рідкий, сухий, заморожений, закваска, концентрат, DVS-культура);

- стійкість до фагів або наявність варіантів для ротації.

Поряд з цими ознаками значної уваги приділяють активності заквашувальної культури. Загалом, активність препарату визначається кількістю життєздатних клітин та рівнем їхньої метаболічної активності. Ці показники забезпечуються власне біотехнологією заквашувального препарату:

- складом мікрофлори заквашувальної композиції;

- умовами нагромадження біомаси (складом ростового середовища, природою нейтралізатора та режимами нейтралізації);

- способом концентрування бактеріальних клітин (центрифугування, сепарування, діаліз);

- способом консервування біомаси (сушіння, заморожування, вид стабілізаційних систем та кріопротекторів);

- умовами зберігання та транспортування заквашувальної культури до молокопереробного підприємства.

Слід зазначити, що чим більше технологічне навантаження припадає на мікрофлору, тим важче зберегти стабільність її популяції та активність. Так, активність рідких препаратів (заквасок та концентрованих суспензій) переважає таку заморожених та сухих, оскільки мікрофлора в останніх знаходиться в анабіозі і потребує певного часу для відновлення.

Молоко є природною еконішею для молочнокислих бактерій. Наразі, не слід забувати, що воно не завжди здатне забезпечити ефективний розвиток заквашувальної мікрофлори. Це може визначатися як природними чинниками, так і технологічними.

Прикладами природних чинників є:

- сезонні зміни складу молока, які стають найвідчутнішими у весняному молоці. У такому молоці знижується вміст вітамінів, факторів росту, вільних амінокислот (аргінін, валін, метіонін, лейцин, фенілаланін);

- наявність різних антибактеріальних систем, що складають природний захист тварин від хвороб та інфекцій – лактеніни, бактеріальні аглютиніни;

- система пероксидази тощо.

Сучасний рівень біотехнології дозволяє отримувати чисті заквашувальні препарати, які не містять будь якої сторонньої мікрофлори і добре розвиваються у молоці. Однак за різних порушень норм утримання тварин та одержання молока до нього можуть потрапити:

- інгібуючі речовини, що надходять із кормів (запліснявілий силос, турнепс, ріпа тощо)

- стороння мікрофлора;

- антибіотики, пестициди;

- різноманітні миюче дезинфікуючі засоби тощо.

На ефективність функціонування заквашувальних культур під час виробництва тих чи інших молочних продуктів також мають вплив і технологічні чинники:

- адекватність заквашувальної мікрофлори та молочної основи;

- режим теплового оброблення молока;

- допоміжні матеріали та технологічні інгредієнти (підсолоджувачі, барвники, стабілізатори у виробництві кисломолочних напоїв, молокозсідальні препарати, сіль у виробництві сичужних сирів);

- дотримання технологічних інструкцій (доза заквашувальної культури, тривалість ферментування та інших операцій, режими визрівання тощо).

Однією з головних причин низької активності заквасок під час отримання молочних ферментованих продуктів є лізис культур, спричинений бактеріофагами. Бактеріофаги є невід'ємним фактором будь-якого мікробіологічного виробництва, і особливо за молочнокислої ферментації, яка відбувається за нестерильних умов, що збільшує вірогідність таких інфекцій. Найпоширенішими біологічними джерелами та причинами враження фагами лактобактерій є сирі молоко та вершки, виробнича закваска, підсирна та творожна сироватка, ропа у соляних басейнах, зовнішнє середовище (повітря, вода, персонал), недостатньо продезинфіковане обладнання, трубопроводи та інвентар. Важливо, що упродовж останнього десятиріччя змінився не лише спектр бактеріофагів, які циркулюють на молочних підприємствах, але й їхня вірулентність, тобто здатність вражати бактерії. Якщо раніше домінували фаги мезофільних молочнокислих бактерій, то нині все частіше виділяють фаги, здатні лізувати термофільні стрептококи і лактобацили. Тому запорукою успішного функціонування заквашувальних культур будь-якого типу під час виробництва ферментованих молочних продуктів є систематичний фаговий моніторинг на підприємствах. Він включає проведення таких заходів:

- контроль активності виробничої закваски (кислотність через упродовж певного часу за оптимальної температури культивування), контроль за приростом кислотності молока, контроль за приростом кислотності сироватки під час виробництва сиру та рН після пресування;

- періодичне визначення титру бактеріофагу різних об'єктів (закваска, сироватка, ропа, повітря цеху, змиви з обладнання) за кількістю негативних колоній на газонах індикаторних штамів (фаготест);

- встановлення причин, що спричиняють відхилення фагової ситуації від норми, розроблення та реалізація заходів з усунення причин враження фаговою інфекцією.

Заходи профілактики та боротьби з бактеріофагами на підприємствах молочного профілю:

- пастеризація молока для приготування виробничої закваски за температури не менше 95°C упродовж 30 хв.;

- дотримання правил асептики у роботі з заквашувальними культурами;

- систематична та системна ротація заквашувальних культур;

- ретельне миття обладнання, включаючи зовнішню поверхню, молокопроводів, інвентаря, підлоги та спецодягу, дезинфекція за допомогою 10% розчину хлорного вапна та миюче-дезинфікуючих засобів на основі хлору (концентрація розчину 300–500 мг/л активного Cl), пропарювання сироробних ванн та сировиготовлювачів після кожної варки упродовж не менше 5 хвилин;

- знезараження повітря.

7.4. Особливості технології згущених молочних консервів.

Шляхи розширення асортиментного ряду згущених молочних консервів

Розвиток мікроорганізмів у молоці спричинює його псування. Щоб подовжити період збереження природних властивостей молока (смаку, вітамінів, порівняно високої калорійності та засвоювання), його консервують. У молочній промисловості для цього здійснюють його теплову обробку – стерилізацію. Розвиток мікроорганізмів у молоці гальмується також при його висушуванні або при додаванні в молоко цукру. Цей захід широко використовують у молочній промисловості при виготовленні молочних консервів з цукром – через вміст у згущеному молоці сухих речовин і цукру

різко підвищується осмотичний тиск (до 18 МПа) і знижується точка замерзання готового продукту (до мінус 15,4°C). Таким чином, цукор є не стільки смаковим наповнювачем, скільки консервантом. Згущенням до певної концентрації сухих речовин і додаванням цукру (як готової сухої речовини) досягають такої концентрації сухих речовин у згущеному продукті, за якої мікроорганізми не розвиваються. Консервування молока і молочних продуктів стерилізацією продукту полягає в тому, що під впливом високих температур (110–120°C) протягом 10–20 хв знищуються всі мікроорганізми. Висушування молока досягається видаленням води із продукту, після чого створюються несприятливі умови для розвитку живих клітин, а також додаванням до молока бурякового цукру, який припиняє життєдіяльність мікроорганізмів. Залежно від того, який із цих процесів консервування молока застосовується, розрізняють молочні консерви згущені з цукром, згущені стерилізовані та сухі.

До згущених молочних консервів з цукром належать: згущене незбирне молоко з цукром; згущені вершки з цукром; згущене знежирене молоко та маслянка з цукром; згущене молоко з цукром, какао та кавою. Згущені молочні продукти з цукром та добавками виробляють для безпосереднього вживання і як сировину для різних галузей харчової промисловості, а також використовують у виробництві морозива.

Згущене молоко з цукром має відповідати таким вимогам: смак солодкий, чистий; консистенція в'язка, однорідна; без відчуття кристалів молочного цукру; допускаються незначні борошністість і осад на дні банки при зберіганні консервів; колір білий з кремовим відтінком по всій масі; кислотність не вище 45°Т.

Згущене знежирене молоко з цукром виробляють переважно періодичним способом у вакуум-апаратах періодичної дії, конструкція яких забезпечує проведення циклічного процесу згущення молока та цукрового сиропу до потрібної консистенції. При безперервному виробництві

конструкція вакуум-апарата забезпечує безперервність процесів згущення (кристалізації) продукту.

Правила приймання молока на молококонсервних заводах не відрізняються від правил приймання на будь-яких молочних заводах. Далі наведемо особливості, що зустрічаються в технології виробництва згущеного молока з цукром. Якщо молоко стандартизують змішуванням незбираного молока з розрахованою кількістю знежиреного, то прийняте молоко очищають і охолоджують. Попередньо його нагрівають до 45°C. Підігріте молоко надходить у сепаратор-молокоочищувач, де очищається від механічних домішок і спрямовується у пластинчастий теплообмінник, де охолоджується до температури 4–6°C. Після очищення молоко зберігається для подальшої переробки в резервуарах. Тривале його зберігання в охоложеному стані (понад 36 год) не рекомендується, оскільки може знизитись його якість внаслідок розвитку психрофільних мікроорганізмів.

До складу згущеного незбираного молока з цукром має входити не більш як 26,5% води, не менш як 28,5% сухих речовин (у тому числі не менш як 8,5% жиру) і не менш як 43,5% цукру. У готовому продукті відношення жиру до сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) становить 0,425 (СЗМЗ не менш як 20%, жиру не менш як 8,5%). Щоб одержати згущене молоко з цукром із зазначеним співвідношенням жиру і СЗМЗ, для згущення треба використовувати молоко з таким самим співвідношенням. При випаровуванні молока зменшується кількість води в ньому, а концентрація сухих речовин у згущеному молоці за співвідношенням жиру і СЗМЗ залишається постійною. Стандартизацію проводять у резервуарах для зберігання незбираного молока. Залежно від вмісту жиру до нього додають розраховану (або визначену за таблицями нормалізації суміші) масу знежиреного молока чи вершків. Молоко перемішують і направляють на теплову обробку.

Метою пастеризації молока при виробництві молочних консервів є різке зменшення загальної кількості мікроорганізмів та інактивація ферментів. Послаблення дії ферментів сприяє запобіганню деяким видам під час зберігання згущеного молока. Температура пастеризації суміші (молока) у виробництві згущеного молока з цукром має становити 85–90°C. Для цього використовують здебільшого трубчасті пастеризатори, оскільки у виробництві молочних консервів після пастеризації суміш не охолоджується.

Наступним етапом, що є важливим для виробництва молочних консервів з цукром є приготування цукрового сиропу. Цукор-пісок, який використовують у виробництві згущеного молока з цукром, має бути без сторонніх присмаків, добре розчинятися у воді без утворення осаду, мати білий колір, містити не менш як 99,75% чистої цукрози, не більш як 0,05% редуруючих речовин і не більш як 0,14% вологи. Цукор вносять у молоко у вигляді водного розчину (сиропу) 70–75%-ї концентрації. За такої густини сироп легко перекачується і не зацукровується у трубопроводах при незначному його охолодженні. Цукровий сироп виробляють у сироповарильних котлах, а за вищої продуктивності молококонсервного заводу – на сироповарильних станціях, де забезпечується безперервний процес. Далі молоко згущують у вакуум-апаратах, де у результаті розрідження в системі воно кипить при 50 – 60°C. Внаслідок випаровування вологи відбувається концентрація всіх його складових частин. Найбільшого поширення набули вакуум-апарати циркуляційного типу з використанням вторинної пари.

Пастеризоване стандартизоване молоко з температурою 70–80°C подається в калоризатор, де є два колектори з увальцьованими трубами з неіржавної сталі. Їх зовнішня поверхня обігрівается гострою парою. Молоко, що проходить через труби, миттєво закипає, спрямовується вгору і з великою швидкістю подається по широкій трубі у паровідокремлювач. Вторинна пара

частково відводиться у конденсатор, а більшість вико ристовується в калоризаторі як пара для нагрівання. Підзгущене молоко похилим трубопроводом повертається у калоризатор і знову закипає в його трубах. Таким чином, знову відбувається згущення молока. Нові порції гарячого молока із резервуара під впливом розрідження всмоктуються у вакуум-апарат. У другий період згущення (за 10–15 хв до закінчення процесу) тим самим трубопроводом, що й молоко, вводять цукровий сироп. Більш ранне його додавання різко знижує інтенсивність циркуляції молока, а потім і продуктивність вакуум-апарата. Закінчення згущення визначають за концентрацією сухих речовин у згущеному молоці, у відібраних пробах продукту за допомогою рефрактометра (вміст сухих речовин – 73,8–74,0%). Крім того, закінчення процесу згущення можна виявити за густиною згущеного молока з цукром, яка при 50°C має становити 1,2–1,30 г/см³.

Якщо вивантаження згущеного молока із вакуум-апарата затримується, то готовий продукт одержують нестандартним за вмістом жиру або концентрацією сухих речовин. У таких випадках до охолодження і кристалізації лактози згущене молоко з цукром стандартизують. Якщо у виробленому згущеному молоці вміст жиру і сухих речовин занижений, то проводять стандартизацію продукту вершками, які завчасно пастеризують і охолоджують до температури згущеного молока. За підвищеного вмісту жиру продукт стандартизують, додаючи знежирене молоко. Компоненти, необхідні для стандартизації, треба пропастеризувати і охолодити до температури згущення молока.

У згущеному молоці з цукром після вивантаження його з вакуум-апарата лактоза перебуває в стані насиченого розчину. За нерегульованого охолодження утворюються кристали лактози великих розмірів, внаслідок чого згущене молоко набуває піскуватої і борошнистої консистенції. Щоб запобігти цьому, треба створити умови, за яких лактоза в продукті утворює спочатку

невеликі кристали, а потім повністю переходить у кристалічний стан. Невеликі кристали виникають при утворенні великої кількості центрів кристалізації. Цьому сприяє внесення затравки – подрібненої лактози (пудри) з кристаликами розміром близько 3 мкм у кількості 0,02% від маси охолоджуваного згущеного молока. Її вносять у процесі охолодження продукту. Для прискорення охолодження і повної кристалізації згущене молоко в цей період безперервно перемішують. Згущене молоко з цукром охолоджують у відкритих вертикальних кристалізаторах-охолоджувачах, вакуум-охолоджувачах, вакуум-охолоджувачах горизонтального і вертикального типів. У кристалізаторах-охолоджувачах молоко проходить три стадії охолодження: перша – швидке охолодження від 56–60°C до температури масової кристалізації (31–34°C); друга – витримування за цієї температури впродовж 40–60 хв; третя – охолодження продукту до 17–18°C. Весь процес охолодження і кристалізації лактози триває 4–6 год. При використанні вертикальних вакуум-охолоджувальних установок закрита система запобігає можливому потраплянню в згущене молоко мікроорганізмів, різко скорочує тривалість охолодження і забезпечує безперервність процесу. Згущене молоко відсмоктується із вакуум-апарата під дією розрідження, яке створюється у вакуум-охолоджувачах, і потрапляє в один з корпусів установки. Під час охолодження волога додатково випаровується, внаслідок чого виникає швидкий перепад температури (від 55–60 до 15–18°C). Кінець згущення виявляють за дещо меншою концентрацією і кристалізації лактози відбувається в одну стадію. Під час охолодження продукту в першому корпусі із другого охолоджене згущене молоко надходить на фасування. Таким чином забезпечується безперервність процесу охолодження молока і кристалізації молочного цукру. Правильність перебігу оцінюють за розмірами кристалів, які виявляють за допомогою мікроскопа, обладнаного окуляром з мірною лінійкою.

Для виробництва згущених вершків з цукром використовують незбиране молоко та високоякісні свіжі вершки без сторонніх запахів, присмаків, з кислотністю плазми не більш як 26°Т. Згущені вершки з цукром мають відповідати таким вимогам: смак солодкий із присмаком пастеризації, консистенція однорідна по всій масі кристалів лактози, колір білий з кремовим відтінком, кислотність не вище 40°Т. У згущених вершках з цукром має бути не більш як 26% вологи, не менше ніж 37% цукру і 36% сухих речовин молока. Відповідно до цього прийнято запланований склад продукту: вміст жиру – 20%, СЗМЗ – 17%, відношення жиру і СЗМЗ у згущених вершках з цукром – 1,176. Технологія згущених вершків з цукром не відрізняється від технології згущеного молока з цукром, окрім того моменту, що стандартизовані вершки після пастеризації гомогенізують під тиском 17–17,5 МПа.

Згущене знежирене молоко виробляють із знежиреного молока або з суміші знежиреного молока (75%) та маслянки (25%). Кислотність вихідної сировини не повинна перевищувати 20°Т. Смак і запах готового продукту мають відповідати смаку й запаху згущеного незбираного молока з цукром. Допускається недостатньо виражений смак та незначна борошністість згущеного знежиреного молока. Кислотність продукту не повинна перевищувати 60°Т. Вміст вологи в згущеному знежиреному молоці та маслянці з цукром має бути не більш як 30%, СЗМЗ – не менш як 26%, сахарози – не менш як 44%. Виробництво згущеного знежиреного молока та маслянки із цукром аналогічне виробництву згущеного молока з цукром.

Якщо не застосовувати цукор у якості консерванта, то необхідно використати стерилізацію. До згущених стерилізованих молочних консервів належать згущене стерилізоване незбиране молоко, згущене пастеризоване незбиране та знежирене молоко.

Згущене стерилізоване незбиране молоко – стійкий продукт тривалого зберігання, який виробляють для безпосереднього вживання. Згущене

пастеризоване молоко використовують у кондитерському, хлібопекарському виробництві та у виробництві морозива. Далі описано виробництво згущеного стерилізованого незбираного молока, оскільки воно в цій групі консервів є основним. У складі згущеного стерилізованого молока має бути не менш як 25,5% сухих речовин, в тому числі не менш як 7,8% жиру. Смак його солодкувато-солонуватий, властивий топленому молоку, консистенція однорідна, подібна до консистенції рідких вершків.

У виробництві згущеного стерилізованого молока особливу увагу приділяють якості вихідної сировини. Молоко має бути не тільки якісним за органолептичними показниками, вмістом жиру та кислотністю, а й термостійким. Термостійкість залежить від сольового складу молока, тому в молоці для виготовлення згущеного стерилізованого молока, різними методами виявляють ступінь порушення балансу солей. Для цього використовують пробну стерилізацію, кислотно-кип'ятильну, хлоркальцієву та алкогольну проби. Перевірене одним з наведених способів на термостійкість молоко очищують, охолоджують і впродовж деякого часу зберігають до переробки. Ці процеси виконуються у виробництві згущеного молока з цукром. Молоко, яке не відповідає зазначеним вимогам, використовують для виготовлення інших молочних продуктів, у тому числі згущених молочних консервів з цукром.

Молоко стандартизують знежиреним молоком або вершками, залежно від планового складу готового продукту: вміст СЗМЗ – 17,8%, жиру – 8,2%. За такого складу співвідношення жиру й СЗМЗ становить 0,46, тобто суміш за складом близька до коров'ячого молока. Стандартизоване молоко підлягає тепловій обробці за вищих температур, ніж це прийнято у виробництві згущеного молока з цукром. При цьому відбувається коагуляція сироваткових білків (альбумінів і глобулінів), підвищується гідрофільність казеїну, частково випадають в осад мінеральні солі в молоці. Всі ці фактори сприяють

підвищенню термостійкості молока під час стерилізації. Молоко пастеризують за температури 95°C в трубчастих пастеризаторах і витримують протягом 10–15 хв у резервуарах. Проте краще нагрівати його до 120°C з витриманням за цієї температури протягом 3–4 хв. Якщо молоко не коагулює за таких режимів теплової обробки, воно не коагулюватиме і при стерилізації згущеного молока.

Молоко згущують за тих самих режимів, що й згущене молоко з цукром. Для цього рекомендується використовувати установку безперервної дії. Закінчення процесу згущення виявляють за густиною готового продукту, яка при 55°C має становити 1,04–1,05 г/см³. Згущене молоко відсмоктується з вакуум-апарата в резервуар.

Згущене молоко гомогенізують, щоб запобігти відстоюванню вершків у процесі зберігання готового продукту під тиском 15–25 МПа і за температури 50–55°C. Краще проводити двоступеневу гомогенізацію, коли тиск з 24–25 МПа на першому ступені знижується до 14–15 МПа на другому. Після гомогенізації згущене молоко подається на охолоджувач, де температура його знижується до 10–12°C, і спрямовується в резервуар для проміжного зберігання.

Для визначення маси солей-стабілізаторів, які потрібно ввести у згущене молоко, проводять його пробну стерилізацію раз на два тижні, якщо показники термостійкості вихідного молока за однією із наведених раніше проб, які проводять щодня, однакові.

Розфасоване в металеві банки згущене молоко стерилізують в апаратах періодичної та безперервної дії. Стерилізатор періодичної дії – порожнистий горизонтальний циліндр, з торцевого боку якого є герметична кришка із затискачем. Банки із згущеним молоком установлюють у металеві корзини, які ставлять у каретку, що обертається в циліндрі. Після завантаження кареток

герметично закривають кришку стерилізатора, в апарат подають гарячу (55–60°C) воду на 1/4 його місткості і поступово пускають пару та вмикають каретку. Процес стерилізації складається із трьох стадій: нагрівання до температури стерилізації (115–118°C), витримування за цієї температури впродовж 15–20 хв і охолодження водою до 15–20°C. У стерилізаторі безперервної дії стерилізація згущеного молока також складається із трьох стадій. У стерилізаторі є три з'єднані між собою циліндри: один – для підігрівання, другий – стерилізатор і третій – охолоджувач. У першому циліндрі температура поступово підвищується до 95–97°C. В стерилізаторі – від 95–97 до 117°C, за якої молоко витримують упродовж 15 хв. В охолоджувачі температура знижується водою, що надходить для охолодження, до 20–25°C за 25 хв. Банки послідовно проходять через кожний циліндр по обертальній спіральній течії і автоматично переводяться з одного циліндра в інший.

Після стерилізації банки із згущеним молоком надходять у термостатні камери, де зберігаються за тих самих умов, що й згущене молоко з цукром.

Було розглянуто стандартні технології виробництва молочних консервів, однак асортимент будь-яких виробів весь час розширюється і молочних консервів у тому числі.

Серед наповнювачів рослинного походження, які вже впровадженні у технологіях виробництва згущених молочних консервів з цукром, на українському ринку відомі кава, цикорій, какао. Розроблені технології згущених молочних консервів з цукром і біологічно повноцінними наповнювачами: пектином, каротином, чаєм, екстрактами лікарських рослин.

Зважаючи на те, що сьогодні особлива увага приділяється збалансованості щоденного раціону харчування людини, вченими було

запропоновано розробити технологію згущених молочних консервів з цукром та плодово-ягідними наповнювачами.

Можливі два способи внесення плодово-ягідних сиропів у згущені молочні продукти:

- на етапі згущення молочної основи з цукровим сиропом;
- після охолодження молока згущеного з цукром.

Перший спосіб є менш ефективним. Це зумовлено тим, що подальша теплова обробка суміші спричинить зменшення кількості вітамінів та біологічно цінних мікроелементів у внесеному плодово-ягідному сиропі, і, відповідно, у готовому продукті. Другим аргументом неефективності способу є залежність якості продукту від показників рН сиропів, що під час подальшої теплової обробки суміші можуть спричинити коагуляцію білків. У такому випадку готовий продукт буде непридатним до споживання.

Другий спосіб, а саме змішування охолодженого (до 20°C) згущеного молока з цукром та плодово-ягідним сиропом у вакуум-кристалізаторі безпосередньо перед фасуванням, є кращим. Він дозволяє отримати якісний згущений молочний продукт з цукром та наповнювачем, у якому не відбувається додаткових змін складових компонентів. У цьому випадку внесені плодово-ягідні сиропи не втрачають своєї біологічної цінності та смакової гами, оскільки не піддаються додатковому впливу теплової обробки.

Ще одним варіантом розширення асортименту згущених молочних консервів є розроблення згущеного молочного продукту з екстрактами липи, м'яти і сиропом шипшини, придатного до безпосереднього вживання, шляхом їх внесення під час згущення, що забезпечує збагачення продукту вітамінами, мінеральними та іншими поживними речовинами. Згідно з винаходом вчених у процесі згущення до вмісту сухих речовин 72–74% вносять екстракт липи та

м'яти у кількості 2–3% і сироп шипшини – 2,5–3,5% від маси готового продукту, а потім проводять згущення до вмісту сухих речовин 73–74%.

Молочно-консервна промисловість США орієнтована більше на розширення асортиментного ряду молочних консервів не за допомогою додавання добавок та наповнювачів, а за рахунок введення на ринок згущеного молока з різним складом нутрієнтів та різного походження. На полицях американських магазинів можна зустріти такі види згущеного молока: з низьким вмістом жиру, без жирів, без трансжирів, без холестеролу, з високим вмістом білків, з низьким вмістом натрію, халяльне, кошерне, вегетаріанське, веганське, без глютену.

7.5. Сучасні адаптовані молочні продукти, їх особливості

Адапованими молочними продуктами є продукти зі зміненим складом, що дозволяє вживати їх людям з певними захворюваннями (алергія на лактозу) або дітям, які через певні причини не можуть споживати материнське молоко. У літературі найбільше оглядають як адаптовані молочні продукти саме адаптовані дитячі суміші.

Усі чисельні суміші, які випускаються промисловістю і виготовляються молочною кухнею можна розділити на дві великі групи:

I – неадаповані, тобто такі суміші з коров'ячого молока, які відрізняються простотою приготування і суттєво відрізняються від жіночого молока;

II – адаптовані, які також виготовляються з коров'ячого молока, але білок при цьому піддають спеціальній обробці, до них добавляють спеціальні жири, які містять поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінеральні солі, вуглеводи. За своїм хімічним складом вони наближені до жіночого молока, але

мають значні біологічні відмінності. Далі розглянемо стадії адаптації дитячих сумішей до складу материнського молока.



Адаптовані дитячі суміші

Першим кроком адаптації є зменшення кількості загального білка від рівня 33–35 г/л у коров'ячому молоці до 15–17 г/л у сучасних заміниках грудного молока і солей – з 7,0 г/л до 3,5 г/л відповідно. Для досягнення цієї мети використовується оброблена спеціальними методами демінералізована молочна (суха) сироватка за допомогою якої сироваткові білки та казеїн приводяться у відповідність 60% до 40%. Завдяки цьому поліпшується амінокислотна структура загального білка (знижується кількість токсичних амінокислот, підвищується вміст цистеїну). Водночас зростає біологічна цінність білка суміші до 80%, знижується до безпечного рівня концентрація осмотично активних солей та приводиться до оптимальних показників К/Na (більше 2), Са/Р (не менше 2), подібно до грудного молока.

Таурин – це сірковмісна вільна амінокислота, що перебуває у грудному молоці у високих концентраціях – до 50 мг/л, а у коров'ячому – у малій кількості (1,4 мг/л). Він необхідний у перші місяці життя для формування тканин головного мозку, сітківки очей, перетравлювання та всмоктування жирів. Таурин виступає також як мембраностабілізуючий фактор та антиоксидант, впливає на захисні функції організму. Із дефіцитом таурину можуть бути пов'язані чисельні порушення в організмі дитини, тому його обов'язково вводять до складу адаптованих заміників грудного молока у адекватній кількості 45–54 мг/л.

Вміст жиру у коров'ячому молоці, як і в жіночому, перебуває в межах 35–38 г/л, але він значно поступається за сумою поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – лінолевої, ліноленової, арахідонової. Роль цих кислот надзвичайно важлива для людини, особливо для формування клітин головного мозку. Вони належать до незамінних поживних речовин, тому повинні надходити з їжею у достатній кількості. У грудному молоці залежно від харчування матері ПНЖК (у розрахунку на лінолеву кислоту) є у кількості 6–16% вмісту жиру в 100 мл молока.

Адаптація жирнокислотного складу жиру сучасних молочних сумішей передбачає часткову або повну заміну молочного жиру однією або сумішню натуральних олій, які є багатим джерелом ПНЖК. Лінолева кислота міститься в соняшниковій та кукурудзяній оліях, ліноленова – у соєвій. Джерелом середньоланкових жирних кислот є кокосова олія тощо. Враховується також необхідність дотримання суворо визначених співвідношень між лінолевою та ліноленовою жирними кислотами, а також із вітаміном Е. З метою покращання розщеплення та засвоєння жирів, а також їх метаболізму, до складу сучасних заміників грудного молока вводяться такі харчові добавки як соєвий лецитин (або моно- та дигліцериди жирних кислот), L-карнітин, дозволений Об'єднаним комітетом ФАО/ВООЗ з харчових добавок для використання у дитячому харчуванні.

Соєвий лецитин, моно та дигліцериди жирних кислот є природними емульгаторами, що сприяють розщепленню та кращому засвоєнню дітьми молочного та рослинного жирів. Крім того, лецитин є джерелом холіну. Додавання L-карнітину обґрунтовано тим, що він, маючи вітаміноподібну дію, стимулює здатність вищих жирних кислот проникати через мембрани мітохондрій, де вони піддаються β-окисленню. Також він бере участь у синтезі холіну, що зумовлює його важливу роль у запобіганні порушень функції печінки, регуляції жирового обміну.

Кількісна адаптація вуглеводного комплексу передбачає збільшення вмісту вуглеводів від 4,8 г/л у коров'ячому молоці до 7,4 у жіночому. Важливішим є питання різновиду вуглеводу, що додається. При цьому береться до уваги низка аспектів: осмолярність, солодкість, біфідогенність, здатність до утворення кислоти у ротовій порожнині. Для здорових немовлят найкращим вуглеводом є лактоза. Але з низки медичних та технологічних причин для корекції вуглеводів використовуються інші види цих речовин. У перших поколіннях адаптованих сумішей (“Малютка”, “Віталакт”) для корекції вуглеводного компоненту використовували сахарозу разом з декстрин-мальтозою, у молочній суміші “Малюк” – декстрин-мальтозу разом з крохмалем (борошном вівсяної, рисової, гречаної круп). У сучасних адаптованих сумішах використовується переважно лактоза, яку діти, зазвичай, переносять добре. Але є думка, що у деяких випадках у малюків можуть виникати кишкові коліки.

Вміст заліза у коров'ячому та жіночому молоці практично не відрізняється. За даними різних дослідників він коливається у межах 0,40 – 0,56 та 0,36–0,51 мг/л відповідно. Але засвоєння заліза різне: з грудного молока всмоктується 50% кількості, яка надійшла, з коров'ячого – тільки 10%. Однією з причини поганого засвоєння заліза з коров'ячого молока є низький вміст в ньому біоактивного тривалентного заліза (Fe³⁺). Він майже в 4 рази менший, ніж у жіночому молоці. Як і в жіночому молоці, так і в коров'ячому, біоактивне залізо пов'язане з залізотранспортним білком молочної сироватки –

лактоферином. Нижче насичення лактоферину біоактивним залізом швидше за все, й визначає низький рівень засвоєння заліза з коров'ячого молока. Участь лактоферину у транспортуванні заліза відіграє особливо важливу роль у перші 2 – 3 місяці життя дитини. Збагачення молочних сумішей вітаміном С сприяє підвищенню засвоєння заліза – до 20% кількості, яка надходить. Однак для профілактики залізодефіцитної анемії у дітей, які вигодовуються штучно, цієї кількості недостатньо. Тому всі сучасні адаптовані замітники грудного молока містять додаткову кількість органічних або неорганічних легкозасвоюваних солей заліза (до рівня 4–13 мг/л).

Що стосується кількісної корекції мікроелементного складу молочних сумішей (головним чином міді та йоду), думки спеціалістів розбіжні. Кількість загальної міді в коров'ячому молоці в 5 разів менша, ніж у жіночому. Однак в її корекції немає потреби, оскільки біоактивна форма міді, яка легко засвоюється, міститься у коров'ячому молоці у значно більшій кількості, ніж у жіночому (0,36 відносних одиниць та 0,003 відносні одиниці відповідно).

Кількість йоду у сумішах вважається достатньою, але, відповідно до останніх рекомендацій ВООЗ, молочні суміші повинні містити 100 мкг/л йоду. Це особливо важливо врахувати в біогеохімічних та екологічно несприятливих регіонах щодо захворюваності щитовидної залози.

Вміст багатьох вітамінів у коров'ячому молоці значно нижчий, ніж у жіночому: вітаміну D менше у 20 разів, E – у 10 разів, A-вітамінна активність – у 1,5 рази. Крім того в технологічному процесі виготовлення молочних сумішей (високотемпературна обробка, сушіння) відбуваються значні втрати деяких вітамінів, особливо фолієвої кислоти та вітаміну С. Тому всі замітники материнського молока містять збалансований комплекс вітамінів із розрахунку добової потреби в них дітей першого року життя.

Поряд із адаптованими сухими солодкими сумішами зараз широко застосовуються і кисломолочні, для приготування яких використовуються закваски з спеціальних штамів молочнокислих бактерій. Енергетична цінність

всіх адаптованих сумішей дуже близька між собою, а тому й потреба в них для дітей першого року життя однакова.

Усі сухі молочні суміші-замінники грудного молока, залежно від ступеня адаптації та призначення відповідно віку, поділяються на базисні формули (для дітей від 0 до 5–6 місяців, або від 0 до 12 місяців), наступні формули (для дітей від 5–6 до 12 місяців) і нестандартні формули (для недоношених дітей та немовлят з малою масою тіла при народженні).

Базисні (або стартові) формули – це адаптовані за усіма харчовими компонентами сухі молочні суміші, максимально наближені до грудного молока за харчовою, біологічною цінністю та осмолярністю. Вони містять всі необхідні харчові добавки (таурин, L-карнітин, лецитин тощо), які мають особливо важливе значення для правильного розвитку дітей перших місяців життя.

Наступні формули рекомендуються для дітей старших 5 – 6 місяців. У їх назві зазвичай присутня цифра 2, що означає “для дітей 2-го півріччя”. Такі суміші – це частково адаптовані замінники грудного молока, їх готують без додавання білків молочної сироватки. Вуглеводний компонент крім власної лактози містить сахарозу та крохмаль. Жировий, вітамінний та мінеральний компоненти оптимально збалансовані. Харчова та енергетична цінність цих сумішей вища ніж базисних, що відповідає потребам дітей 2-го півріччя життя.

Усі сучасні молочні суміші є інстантними, тобто такими, що готуються швидко, без кип'ятіння. Це має важливе значення для збереження вітамінного комплексу продуктів.

7.6. Характеристика окремих груп харчових добавок, що застосовуються у молочній промисловості

Для кисломолочних продуктів в сучасній харчовій промисловості використовуються різноманітні харчові добавки.

До них відносять:

1) Антиокисники (антиоксиданти, інгібітори окиснення) – речовини, що сповільнюють процеси окиснення харчових продуктів, захищаючи таким чином жири і жировмісні продукти від згіркнення, зберігаючи фрукти, овочі і продукти їх переробки від потемніння, сповільнюючи ферментативне окиснення (E300–E399).

2) Вологоутримуючі агенти – гігроскопічні речовини, які регулюють активність води (a_w) в харчових продуктах та зберігають їх таким чином від висихання і небажаних змін структури та текстури (E450, E1520).

3) Гелеутворювачі для желеподібних продуктів на молочній і вершковій основі (желеутворювачі, желюючі речовини) – це речовини, здатні за певних умов утворювати гелі. Гелеутворювачі не є емульгаторами. (E405, E407).

4) Загущувачі – це речовини, які збільшують в'язкість харчових продуктів, загущуючи їх. Загущувачі покращують і зберігають структуру харчового продукту, дозволяють отримувати продукти з необхідною консистенцією, «тілом», яке позитивно впливає на смакові відчуття (E415, E440, E410, E1410, E1412, E1413, E1414).

5) Консерванти – речовини, що пригнічують розвиток мікроорганізмів (E200, E300).

6) Барвники – речовини, що відновлюють природне забарвлення, втрачене в процесі обробки та зберігання, підвищують інтенсивність природного забарвлення, забарвлюють безбарвні продукти (E102, E110, E120, E124). Підкислювачі (кислоти) – речовини, які зумовлюють кислий смак харчового продукту.

7) Регулятори кислотності – речовини, що встановлюють і підтримують в харчовому продукті певне значення рН (Е333, Е339, Е340, Е341).

8) Підсилювачі (модифікатори) смаку та аромату підсилюють (модифікують) сприйняття смаку і аромату шляхом стимулювання закінчень смакових нервів, хоча самі підсилювачі можуть не мати ні власного запаху, ні смаку (Е311).

9) Емульгатори – речовини, дозволяють отримувати або полегшувати одержання емульсій, а також їх стабілізувати (Е433, Е434, Е435, Е436, Е457).

10) Наповнювачі – це інертні речовини, що застосовуються у виробництві низькокалорійних продуктів (Е500).

11) Стабілізатори регулюють фізико-хімічні та органолептичні показники харчових продуктів, інтенсифікують або зберігають їхній колір, підвищують вологозв'язувальну здатність впродовж зберігання та подовжують строки зберігання готової продукції.

У складі структурованих молочних та молоковмісних продуктів стабілізатори застосовують у кількостях від 0,2 до 1,5 %, залежно від їхньої специфічної технологічної ефективності. Стабілізатори повинні мати нейтральний смак і запах, не вступати у хімічну взаємодію зі смакоароматичними речовинами молочних продуктів, забезпечувати необхідні характеристики плавлення та надавати бажану для споживання текстуру.

Особливе значення має стабілізація структури багатокомпонентних продуктів, що є складними дисперсними системами, до яких належать сметана та сметанні вироби, ферментовані напої, молочно-білкові пасти, збиті вершки, морозиво.

Стабілізатори для йогурту, сметани, ряжанки поліпшують структуру, надають глясுவатість поверхні, збільшують термін придатності до споживання.

Стабілізатори для сиру підвищують вихід готового продукту. Застосування стабілізаторів у виробництві молочних і кисломолочних продуктів дає змогу створювати і стабілізувати піну, надавати текстуру і встановлювати в'язкість продукту, стабілізувати жири, збільшувати кремоподібність і облагороджувати смак.

Використання діафільтрації для отримання розчинного сироваткового білку. Концентрат сироваткових білків (КСБ) виробляється з молочної сироватки, шляхом обробки її методом ультрафільтрації/діафільтрації. У процесі ультрафільтрації сироватка розділяється на ультраконцентрат, збагачений сироватковими білками, і ультрафільтрат, що складається з води і низькомолекулярних речовин сироватки. Ультраконцентрат згущують і висушують на розпилювальній сушильній установці. Сухі КСБ зазвичай містять не менше 25% і не більше 80% білків. КСБ володіє емульгуючими, вологозв'язуючими, піноутворювальними, гелеутворюючими властивостями, які пояснюються наявністю в них нативних (неденатурованих) сироваткових білків.

Основні сфери застосування низькопроцентних КСБ: виробництво хлібобулочних виробів і сумішей для хлібопекарської промисловості, кондитерська, молочна та м'ясна продукція промисловість, дієтичні продукти, може використовуватися замість сухого молока у виробництві м'ясопродуктів, продуктів швидкого приготування, плавлених сирів, молочних продуктів, морозива.

Застосування високобілкових концентратів: в індустрії спортивного харчування (протеїнові суміші для спортсменів) і у виробництві продуктів харчування, збагачених білками, кальцієм (500–600 мг/100г).

Технологія виробництва включає наступні операції: збір сироватки, відділення жиру і казеїнового пилу, пастеризацію і охолодження, ультрафільтрацію, сушку, упаковку і зберігання.

Ультрафільтрація проводиться до змісту сухих речовин у концентраті 22–28%. Температура сироватки в процесі обробки 8–10 або 50–55°C, в залежності від обраного температурного режиму ультрафільтрації. Процес проводиться безперервним способом.

З метою більш повного видалення лактози і зольних елементів з концентрату проводять діафільтрацію. Для цього концентрат розводять підготовленою водою, співвідношення залежить від показників сировини.

Додаткове згущення після установки ультрафільтрації не проводиться. Отриманий після ультрафільтрації концентрат білка з температурою 50–55°C надходить в приймальну ємність сушильної установки, звідки подається на розпилювальний пристрій сушильної камери. Температура повітря на вході в сушильну камеру порядку 160–170°C, на виході з сушильної камери 80–85°C.

Особливість порошку концентрату сироваткового білка – маленька насипна вага продукту – близько 0,35 кг/дм³. При використанні в Сушильній установці циклонного очищення спостерігаються великі втрати дорогого продукту з відпрацьованим повітрям. Для мінімізації втрат в конструкції сушильної установки використовують систему рукавних фільтрів. Зберігання сухого концентрату сироваткового білка здійснюється при температурі 10°C, не більше 6 місяців з дня вироблення.

Готовий концентрат сироваткового білка являє собою однорідний тонкодисперсний порошок від білого до кремового кольору, має специфічний сироватковий, злегка солодкуватий смак, без сторонніх присмаків.

7.7. Використання електродіалізу в технологіях дитячих молочних продуктів

Електродіаліз це процес зміни концентрації електроліту в розчині під дією електричного струму. Електродіаліз застосовують для опріснення води, виділення солей із розчинів.

Розчин для поділу поміщають у посудину, розділену перегородками з напівпроникних мембран. Мембрани вільно пропускають розчин та затримують іони електроліту. Використовуються два види мембран: одні затримують катіони, інші – аніони. Ці мембрани розташовані по черзі і поділяють загальний обсяг на безліч порожнин. Через ванну з розчином пропускають постійний електричний струм, який наводить іони розчинених солей у рух. Протилежно заряджені іони рухаються в протилежні сторони, але через те, що ванна заповнена перешкоджають руху іонів мембранами, іони затримуються на найближчій мембрані, що відповідає їх заряду, і залишаються в порожнині між двома мембранами.

Результатом такого «просіювання» іонів є зміна концентрації розчину між сусідніми парами мембран – між однією парою відбувається її підвищення, між сусідніми до цієї пари – зниження.

Установки для діалізу, електродіалізатори, зазвичай є апаратами безперервної дії, з постійною подачею вихідного розчину і зливом розділених концентрату і дилуату.

Демінералізована суха сироватка (DWP D35, D50, D70, D90), призначена, наприклад, для виробництва дитячого харчування, може залежно від рівня демінералізації проводитися за допомогою нанофільтрації, комбінації нанофільтрації та ультрафільтрації, а також комбінації нанофільтрації і електродіаліз перед виправними і розрихленим сушінням.

Ферментні препарати у технологіях молочних продуктів. Найпоширенішими продуцентами ферментів, що використовуються в

молочній промисловості, є *Endothia parasitica*, *Mucor pusillus* і *Mucor miehei*; якщо ж використовується не весь комплекс синтезованих ферментів, а лише його частина, то кількість продуцентів розширюється – *Aspergillus*, *Bacillus subtilis*, *B. mesentericus*, *Thamnidium elegans*.

При виробництві мікробних замінників сичужного ферменту на відміну від інших технологій достатньо часто використовують вирощування продуцента поверхневим способом.

У молочній промисловості ферменти можуть використовуватися у новітніх технологіях, наприклад, у виробництві низьколактозних продуктів (молоко питне, дитяче харчування, сири, йогурти і напої на основі сироватки з видаленою лактозою, а також морозиво, згущене молоко та т.ін.).

Перелік ферментних препаратів, що використовуються у молочній промисловості:

- сичужний ферментний препарат Натурен – порошок, що містить молокозгортальні ферменти (химозин та тваринний пепсин); існує два типи продукту: Stamix 1150 (містить 50 % химозину і 50 % пепсину); Stabo 1290 (20 % химозину і 80 % пепсину); ферментний препарат використовують для виробництва будь-якого типу сиру – твердих, напівтвердих сирів, сиру кисломолочного та сирів із пліснявою;

- чистий стандартизований розчин химозину CHY-MAX Extra – містить молокозгортальні ферменти, які мають виражену гідролітичну дію щодо капаказеїну, що обумовлює гарне утворення згустку;

- фермент β -галактозидаза (лактаза) Ha-Lactase – нейтральний препарат, одержаний шляхом ферментації відібраного штаму дріжджів *Kluuyveromyces fragilis*; гідролізує лактозу до глюкози і галактози, дозволяє уникнути кристалізації молочного цукру в молоці; використовується для виготовлення солодких молочних продуктів, сквашених молочних продуктів, морозива та обробки сироватки.

При виробництві сиру використовують в основному два препарати тваринного походження: сичужний фермент (ренін) і харчовий пепсин. Це протеолітичні ферменти, що каталізують гідроліз капа-казеїну на пара-казеїн та глікомакропептиди, з перенесенням останніх у сироватку і утворенням згустку за допомогою іонів кальцію.

Сировиною для одержання препарату є четвертий відділ шлунка теляти і ягняти. Від одного теляти можна одержати 25 г сировини, а від ягняти – всього 8 г. Препарати, які мають молокозгортальну активність, можна одержати і мікробним синтезом. Однак, повноцінних замінників реніну досить мало.

Сьогодні, згідно зі статистичними даними, проблема галактоземії (інтолерантності до лактози) досить гостро стоїть для 12–17% населення Європи, зокрема, для 11–23% населення України, і для більш ніж 70% населення світу. В країнах Азії, Африки, Латинської Америки (для жовтої та негроїдної раси) головною причиною галактоземії є генетична складова. В нашій країні це ще, напевно, пов'язано з несприятливими екологічними обставинами, які призводять до зниження імунітету, дефіциту в організмі ферменту лактази, внаслідок чого має місце інтолерантність до лактози. Неможливість вживати молочні продукти призводить до нерационального харчування, що в результаті впливає на зростання рівня захворювання населення, зниження працездатності та скорочує тривалість життя. Цілком зрозуміло, що повне виключення молочних продуктів з раціону харчування людей з даним захворюванням неможливе, оскільки знайти для молока належну заміну надзвичайно важко. У зв'язку з цим, для забезпечення групи населення, інтолерантної до лактози, повноцінним харчуванням необхідні низьколактозні або безлактозні продукти. В країнах з розвинутою молочною промисловістю вже розпочалося створення підгалузі виробництва з частково або повністю гідролізованою лактозою. Це стало можливим завдяки освоєнню

промислового виробництва ферментних препаратів β -галактозидази, які виробляють такі провідні західні компанії, як Chr.Hansen (Данія), DSM Food Specialties (Нідерланди) та інші. Слід відзначити, що більшість закордонних наукових розробок присвячена тільки опрацюванню технологій питного молока з низьким вмістом лактози шляхом використання ферментних препаратів β -галактозидази. Ферментативний гідроліз лактози, найкращий спосіб розщеплення лактози для отримання низьколактозних молочних продуктів. β -галактозидази – єдиного препарату, який каталізує реакцію розщеплення лактози.

7.8. Заквашувальні і ферментні препарати та їх застосування у актуальних технологіях молочних продуктів

У біотехнології ферментованих молочних продуктів (кисломолочних напоїв, сметани, сиру кисломолочного, сичужних сирів) функціонально необхідним елементом є заквашувальні культури. Вони містять мікроорганізми, спеціально селекціоновані за фізіолого-біохімічними та біотехнологічними властивостями та підібрані з урахуванням особливостей технології певних видів продуктів. Саме мікрофлора заквашувальних культур визначає специфічні фізико-хімічні, дієтичні, лікувально-профілактичні та органолептичні властивості більшості ферментованих молочних продуктів, забезпечує їхню безпечність для споживачів, збереження якісних характеристик упродовж зберігання.

Значущість заквашувальних культур обумовлена тим, що під час виготовлення та зберігання продуктів відбувається розвиток мікрофлори, що призводить:

- до перетворення основних частин молока на складові компоненти продуктів, які формують їх характерні властивості (як то: зброджування

лактози до молочної та інших кислот, спиртів, альдегідів, кетонів, вуглекислого газу; перетворення лактатів на пропіонову кислоту; модифікація та протеоліз молочних білків з утворенням розчинних білків, пептидів, вільних амінокислот; гідроліз молочного жиру, тощо);

- до зміни фізико-хімічних показників продукту (зниження активної кислотності, окисно-відновного потенціалу), що істотно впливає як на ріст, розмноження та метаболізм сторонньої мікрофлори, так і на інтенсивність та напрям біохімічних процесів;

- до формування специфічної структури та консистенції продуктів; - до пригнічення розвитку патогенних і умовно-патогенних бактерій в результаті конкуренції за найдоступніші поживні сполуки та утворення специфічних і неспецифічних речовин з антимікробною дією.

Упродовж останніх 20 років відбулися колосальні зміни у культивуванні заквашувальної мікрофлори. Культури, необхідні для отримання ферментованих молочних продуктів, пропонуються ринком у різних формах та зрізною функціональною активністю для певних продуктів.

Традиційно в залежності від групового складу мікрофлори розрізняють такі бактеріальні культури:

- мезофільного типу, що містять у своєму складі молочнокислі бактерії видів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. lactis bvr. diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus casei ssp. casei*, *Lactobacillus plantarum*. Такі заквашувальні культури характеризуються з оптимальною температурою розвитку 28–32°C та застосовуються як джерело основної мікрофлори під час виробництва простокваші, сиру кисломолочного, сметани, сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання, м'яких сирів;

- термофільного типу з оптимальною температурою розвитку 37–42°C, до складу яких залучають молочнокислі бактерії видів *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*. Їх використовують під час виробництва таких кисломолочних продуктів, як ряжанка, йогурт, ацидофілін, мечніковська простокваша, а також твердих сичужних сирів з високою температурою другого нагрівання;

- пропіоновокислі бактерії виду *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermani*, які є незамінним складником заквашувальної мікрофлори твердих сичужних сирів швейцарської групи, а останнім часом – біологічно активних молочних продуктів;

- біфідобактерії видів *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium infantis*, які застосовують для збагачення ферментованих молочних продуктів пробіотичною мікрофлорою та надання їм лікувально-профілактичних властивостей;

- культури змішаного типу, що містять мікроорганізмів різних таксономічних груп.

Прикладами таких культур можуть бути бакконцентрат для виробництва кефіру, до складу якого входять молочно- і оцтовокислі бактерії та дріжджі; закваски для виробництва кумису, айрану, мацоні тощо. Окремо слід відзначити багатокomпонентні закваски, які поряд з молочнокислими бактеріями, містять біфідобактерії, пропіоновокислі бактерії тощо. До їх складу залучають штами різних видів мікроорганізмів з урахуванням сумісності та синергізму.

Питання для самодіагностики знань

1. Які заходи забезпечують ефективне зберігання і транспортування переробленого молока?
2. Охарактеризуйте види сухих молочних продуктів.
3. До якої групи консервів відносять морозиво? Наведіть основні властивості сировини для виготовлення морозива.
4. Які додаткові продукти переробки молока окрім самого молока використовують для виробництва морозива, наведіть прикладі?
5. Обґрунтуйте основні завдання інноваційних технології молочних продуктів.
6. Чи впливає додавання до коров'ячого молока соєвого білкового ізоляту у виробництві йогуртів, ацидофіліну та інших кисломолочних напоїв на створення оздоровчих продуктів харчування?
7. За якою схемою готують кисломолочні вироби? Показати на прикладі виробництва напою кефірного столового.
8. Охарактеризуйте значущість заквашувальних культур у виробництві ферментованих молочних продуктів.
9. Які заходи широко використовують у молочній промисловості при виготовленні молочних консервів? Роль цукру у виробництві спущеного молока.
10. Що означає адаптація жирнокислотного складу жиру сучасних молочних сумішей?
11. Які різноманітні харчові добавки використовуються для кисломолочних продуктів в сучасній харчовій промисловості?

8. МЕМБРАННІ МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ГАЛУЗІ

8.1. Мембранна обробка молочної сировини

Основною сировиною для виробництва молочних продуктів є молоко – цінний продукт біологічного походження. Хімічний склад молока тварин непостійний. Він змінюється впродовж лактації, а також під впливом різних чинників: годування, утримання, породи, віку тварин тощо. Молоко є складною колоїдною системою, властивості якої обумовлені властивостями і кількістю її складових частин. Так, лактоза і деякі солі знаходяться в стані молекулярного розчину, білки – в колоїдному стані, жир залежно від його температури – у вигляді емульсії або суспензії. Дисперсійним середовищем молока є вода.

Стан якості молочної сировини безпосередньо впливає на якість та безпечність виготовленої продукції. Проблема якості молочної сировини набуває особливої важливості, оскільки дотримання українськими товаровиробниками міжнародних вимог дозволить виготовити безпечний та конкурентоспроможний харчовий продукт. Теоретичні, методологічні та методичні основи даної теми неодноразово досліджувалися вітчизняними науковцями. Питанням розвитку молочної галузі, виробництва молочної сировини, теоретичним та практичним аспектам формування та розвитку ринку молока та продуктів його переробки присвячено чимало наукових праць вчених економістів-аграрників. Серед них роботи Чугаєвської С.В., Ліпич Л.Г., Ільчука М.М. та інших. Однак питання виробництва якісної та безпечної сировини, дотримання санітарногігієнічних умов при її виробництві, транспортуванні та зберіганні залишаються відкритими.

Мембранна обробка молочної сировини – це розподілення або концентрування розчинів на молекулярному та іонному рівнях за допомогою напівпроникних мембран. Застосування мембранних процесів в молочній галузі дає змогу розвинути способи переробки сировини, що дозволяє розробити нові види харчових продуктів. Такі методи знайшли широке застосування в молочній промисловості для поділу рідких компонентів систем і використовуються для фракціонування і концентрування молочної сировини. Мембранні процеси відкривають технологічні можливості для отримання продуктів із заданими складом і властивостями. Сучасні підприємства молочної промисловості обладнані різноманітними мембранними апаратами та установками, які легко вбудовуються в існуючі лінії переробки молочної сировини.

Основними перевагами мембранних способів є невисока енергоємність, зменшення відходів при його переробці молока, можливість розподілу складних багатокомпонентних систем без фазових перетворень окремих компонентів, можливість ведення технологічного процесу при низьких температурах, що виключає утрату властивостей термолабільних компонентів та можливість одержання продукту заданих розмірів і властивостей. У молочній промисловості використовуються наступні мембранні способи обробки: ультрафільтрація, зворотний осмос, нанофільтрація та мікрофільтрація.

Всі методи мембранної обробки передбачають використання поперечної мембранної фільтрації потоку, при якій розчин пропускається під тиском через мембрану. При цьому частина компонентів розчину (концентрат) затримується, а інша частина у вигляді фільтрату (пермеат) видаляється. Мембраною (залежно від розміру пор) затримуються компоненти молочної сировини і бактерії, у фільтраті залишаються в першу чергу розчинник (вода) і розчинені в ній низькомолекулярні речовини. Від традиційної фільтрації (очищення молока від механічних домішок) мембранна фільтрація

відрізняється тим, що з її допомогою є можливість відокремити частинки розмірами менше 10 мкм.

Мікрофільтрація – мембранний процес, при якому, як і при ультрафільтрації, поділ компонентів молока або сироватки відбувається під дією тиску в проточному режимі при швидкостях рідини над мембраною (5–7) м/с. Вивчено процес мікрофільтрації сироватки з-під сиру кисломолочного при використанні напівпромислової установки, з керамічними мембранами з розміром пор 0,2 мкм. Тиск фільтрації сироватки становить 0,2 МПа. Початковий вміст сухих речовин в сироватці 5,4%.

Процес мікрофільтрації дозволяє повністю сконцентрувати не тільки казеїнову фракцію і частково денатуровані в процесі пастеризації сироваткові білки, розмір молекул яких перевищує діаметр пор мембрани, а й ліпіди. При виробництві концентратів, важливою характеристикою сировини є білковий склад.

Діафільтрацію використовують для отримання розчинного сироваткового білку. Сухий розчинний сироватковий білок (СРБ) є компонентом для виробництва дитячих, дієтичних молочних продуктів та інших продуктів харчування. Отримують його із підсирної сироватки шляхом обробки методом діафільтрації з наступним висушуванням на розпилювальній сушарці. Додавання сухого розчинного сироваткового білку в молочні та інші продукти харчування збагачує їх легкозасвоюваними біологічно повноцінними білками, покращує консистенцію, не змінюючи при цьому смаку основного продукту.

Технологічний процес виробництва сухого розчинного сироваткового білку складається з наступних технологічних операцій: приймання сировини; очищення; підігрівання; сепарування; пастеризація; охолодження; ультрафільтрація; діафільтрація; висушування; пакування, маркування та зберігання.

Детальніше розглянемо процеси ультрафільтрації, діафільтрації, висушування.

Ультрафільтрація: температура сироватки повинна бути не вище як 8–10°C, або 50–55°C, в залежності від вибраного температурного режиму ультрафільтрації. З метою підтримання необхідного температурного режиму в процесі обробки в охолоджувальний (нагрівальний) міжстінний простір установки подається крижана вода з температурою 1–2°C, або гаряча – 50–55°C. Процес ультрафільтрації сироватки проводиться безперервним (з постійним живленням сироватки в процесі ультрафільтрації) або періодичним (з циркуляцією сироватки в замкнутому циклі) способом до вмісту сухих речовин в концентраті 23–26 %. Фільтрат, що містить близько 5 % сухих речовин, в тому числі близько 4,5 % лактози, направляють в цех для подальшої переробки на молочний цукор або для отримання інших біологічно цінних речовин. Діафільтрація. З метою більш повного видалення лактози та зольних елементів з концентрату його розводять водою із розрахунку дев'ять об'ємів води на один об'єм концентрату.

Діафільтрацію білкового концентрату проводять до вмісту сухих речовин 22–25%. Процес діафільтрації проводиться аналогічно процесу ультрафільтрації.

Висушування концентрату сироваткового білку проводять на розпилювальній сушарці без попереднього згущення на вакуум випарних установках: температура повітря на вході в сушильну башню – 160–170°C; температура повітря на виході – 80–85°C, з охолодження продукту на виході.

Часто в технологіях дитячих молочних продуктів використовують електродіаліз. Демінералізовану суху сироватку отримують методом електродіалізу і виготовляють з рівнем демінералізації 70 та 90 %. Сировиною для виробництва є свіжа підсирна сироватка. Сироватка демінералізована відрізняється від звичайної сухої сироватки більш низьким вмістом золи та призначена для використання в якості білково-вуглеводної добавки при виробництві молочних продуктів. В якості сировини використовують свіжу підсирну сироватку.

Сироватку після очищення та пастеризації згущують до масової частки сухих речовин 22–24% та направляють на електродіаліз. Перед електродіалізом сироватку підігрівають на трубчастому пастеризаторі до температури 49–51°C. Електродіаліз сироватки здійснюється на спеціальних установках періодичної дії з використанням катіонно- та аніонноселективних мембран, які допускаються для контакту з харчовими продуктами. Демінералізацію сироватки електродіалізом проводять до досягнення масової частки мінеральних речовин: за 70% рівнем демінералізації – не більше як 0,63%, за 90% – не більше як 0,21%. Для контролю кінцевого рівня демінералізації сироватки визначають її електропровідність. Дозгущення демінералізованої сироватки здійснюється у вакуумвипарних апаратах до масової частки сухих речовин 44–48%, що відповідає густині 1180–1190 кг/м³. Згущену сироватку охолоджують до температури 26–30°C та направляють в кристалізатор-охолоджувач для кристалізації лактози. Продукт витримують протягом 2 год. Далі додатково охолоджують протягом 8–10 год до температури 13–17°C.

Таким чином, мембранні процеси дозволяють розробити нові технологічні підходи до переробки молока в цільномолочну продукцію з комплексним використанням сировини. Концентрування білкової складової в знежиреному молоці без збільшення концентрації лактози і мінеральних солей дозволяє стандартизувати в молоці вміст жиру і білка. Виявлено, що основними завданнями застосування ультрафільтрації в сироварінні є попереднє концентрування білків у молоці для виробництва традиційних видів сиру, значна зміна співвідношення між білками й іншими компонентами для створення нових видів сиру, нормалізація молока за білком для забезпечення однорідності й відтворюваності властивостей отриманого сиру, незалежно від сезону, виділення сироваткових білків із підсирної сироватки, з метою отримання білкових концентратів і лактозного розчину. Застосування напівпроникних мембран може дати значний економічний ефект на

виробництві, відкрити широкі можливості для створення принципово нових, простих, ресурсозбережних і екологічно чистих технологій.

8.2. Застосування ультрафільтраційних мембран у процесі виготовлення сиру кисломолочного дитячого

В даний час у харчовій промисловості підвищена увага приділяється мембранним процесам, що пов'язано з економічною ситуацією у країні. Застосування мембранного обладнання і технологій показало, що для підвищення конкурентоспроможності, збільшення економічної ефективності виробництва, більш повного використання сировинних ресурсів багато підприємств провели або вже проводять модернізацію виробництва з впровадженням мембранних технологій. В молочній промисловості мембранні технології відомі приблизно з 1970-х років, однак, в останнє десятиріччя їх ефективність зростає. Цей ріст пов'язаний з модернізацією конструкції мембранних установок, використанням сучасних якісних матеріалів, удосконаленням мембран, введенням в технологічний процес попереднє підготування сировини, вдосконаленням найбільш раціональних режимів обробки різних видів молочної сировини та ін. Сучасні підприємства молочної промисловості обладнані різноманітними мембранними апаратами та установками, які легко вбудовуються в існуючі лінії переробки молочної сировини. На таких підприємствах багато операцій таких як концентрування, фракціонування, знесолення, коригування складу сировини у відповідності з вимогами до готової продукції неможливі без застосування мембранного обладнання. Особливу роль мембранні технології обробки молочної сировини грають у технології сирів. Це пов'язано з підвищенням попиту на продукт і зі стрімким розвитком виробництва сиру в країнах з розвинутою молочною промисловістю, так як застосування мембранних процесів дозволяє отримати

ряд переваг перед традиційними технологіями. Наприклад, можливість спрямованого регулювання складу і властивостей готового продукту при порівняно невеликих енергетичних витратах, створення нових продуктів зі зниженою калорійністю і високою біологічною цінністю та ін. Застосування ультрафільтрації дозволяє концентрувати білки молока в нативному стані. Крім того, в білковому концентраті з'являється можливість регулювати не лише білковий компонент, але і вміст лактози та солей. Слід зазначити, що на якість готового сиру крім вмісту білку у вихідній сировині значно впливає і мікробіологічна забрудненість молока вегетативними клітинами бактерій і їх спорами. Рішенням даної проблеми на сьогоднішній день є застосування процесу ультрафільтрації, який скорочує загальну кількість бактерій і спор не менше ніж на 99%: молоко проходить через мембрани, а бактерії, розміри яких більше розміру пор мембрани, затримуються. Таким чином виключається можливість прояву пізніх вад сиру, а тому збільшується вихід готового продукту і забезпечується його якість.

Молочні інгредієнти є переважними інгредієнтами через їхню функціональну перевагу та гарний смак, колір та харчовий профіль. Виробництво нових молочних інгредієнтів за допомогою мембранних процесів, які можна використовувати в різних продуктах харчування на основі їх функціональних властивостей. Ультрафільтраційні мембрани зберігають лише макромолекули або частинки розміром більше 1–20 нм. Під час процесу ультрафільтрації видаляється частина лактози та мінералів. Фракціоновані ізоляти молочного білка знаходять все більше застосування в складах дитячого харчування та дієтичних продуктах. Користь для здоров'я та медична користь окремих сироваткових білків стає все більшою популярністю.



Ультрафільтраційна мембрана

Виділення фракцій сироваткового білка може допомогти у приготуванні дитячих сумішей з білковими композиціями, які більше відображають жіноче молоко. Дієтичний сироватковий білок значно уповільнює розвиток раку товстої кишки і тому має потенціал як функціональний харчовий інгредієнт. Дитячі суміші нового покоління будуть вимагати збільшення вмісту α -лактальбуміну та лактоферину для отримання білкових композицій схожих на грудне молоко.

Грудне вигодовування може забезпечити всі поживні речовини, необхідні для росту немовлят під час росту немовлят, але у разі недостатньої кількості грудного молока, дитяча суміш стала заміною грудного молока. Сухе молоко для немовлят, як правило, виготовляється з коров'ячого молока, і склад коров'ячого молока відрізняється від жіночого молока. Щоб задовольнити потреби в зростанні та розвитку немовлят, стало неминучим поступово додавати різні поживні речовини до дитячих сумішей. сухе молоко дуже схоже на грудне

молоко. Серед них вміст сіалових кислот, які, як було підтверджено, є корисними для росту та розвитку немовлят, набагато менше, ніж у грудному молоці, тому в цьому дослідженні для концентрування сіалових кислот із сироватки використовувався метод нанофільтрації. Компонент полісахариду (сіаліл-олігосахаридів) готують для приготування продукту сіалової кислоти, придатного для додавання в молочну суміш для немовлят, де пермеат сироваткового білка отримують шляхом видалення білка, невеликої кількості жиру та частини золи із сироватки за допомогою нанофільтрації. Білок, виділений із сироватки за допомогою ультрафільтрації, може бути використаний для отримання концентрату сироваткового портеїну у молочній суміші для немовлят відповідно до вмісту білка. Потім, згідно з відповідними стандартами та правилами дитячих сумішей у країні та за кордоном, остаточно визначають склад суміші та технологічний процес після додавання продуктів сіалової кислоти.

Питання для самодіагностики знань

1. Охарактеризуйте основні переваги мембранної обробки молочної сировини.
2. Дайте визначення процесам мікрофільтрації, діалізації, ультрафільтрації. Їх відмінності і галузі застосування в обробці молочної сировини.
3. Проаналізуйте виробництво нових молочних інгредієнтів за допомогою мембранних процесів, які можна використовувати в різних продуктах харчування на основі їх функціональних властивостей.
4. На якому принципі заснована робота ультрафільтраційних мембран?

9. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ М'ЯСА

9.1. Консервування холодом

Суть методу полягає у тому, що при зниженні температури у м'ясі уповільнюється швидкість протікання фізико-хімічних і біохімічних процесів, порушується обмін речовин у мікробних клітинах. Як наслідок, частина мікрофлори гине, а частина, перебуваючи в стані анабіозу, тимчасово втрачає можливість негативно впливати на якість продукту.

Обробка холодом і зберігання м'яса та м'ясопродуктів при низьких температурах у сучасних умовах є одним із найбільш раціональних методів консервування. Консервування холодом дозволяє забезпечити тривале зберігання продуктів без суттєвих змін, а також при відносно незначних втратах харчових речовин.

Помірний холод (такий спосіб називають холодним зберіганням або зберіганням в охолодженому стані) – охолодження сировини і продуктів переробки до температури, яка на 10 – 15°C нижче кімнатної температури і опускається нижче мінус 1 – мінус 3°C, тобто нижче температури замерзання. Використання помірної холоду сприяє значному сповільненню біохімічних процесів, які протікають в сировині, а також зниженню активності мікроорганізмів, більшість із яких краще всього розвиваються при 37°C.

Метод холодного зберігання дає можливість зберігати сировину при мінімальних змінах її натуральних властивостей під час 1–2 тижнів, тобто довше ніж метод біозу.

Заморожування продукту передбачає його охолодження до температури, значно нижчої (порядку мінус 3°C), ніж відповідна температура замерзання. Цей спосіб дозволяє зберігати продукти значно довше, ніж при використанні знижених температур. Це пояснюється не лише кількісною

різницею в низькотемпературному рівні процесів заморожування і холодного зберігання, але і тим, що в заморожених харчових продуктах більша частина вологи перетворюється в твердий стан.

Тому мікроорганізми, харчування яких відбувається осмотичним шляхом – всмоктуванням рідкої їжі, позбавлені можливості використовувати затверділі харчові продукти, які містять досить невелику долю вологи в рідкому стані.

Температурний рівень, до якого доводять майже всі заморожені харчові продукти складає -18°C , оскільки при цій температурі переважна кількість мікроорганізмів гине.

Обробка холодом і зберігання м'яса та м'ясопродуктів при низьких температурах у сучасних умовах є одним із найбільш раціональних методів консервування. Консервування холодом дозволяє забезпечити тривале зберігання продуктів без суттєвих змін, а також при відносно незначних втратах харчових речовин.

Розсільне охолодження ґрунтується на принципі передачі у камери попередньо охолодженого розсолу (NaCl або CaCl_2). Розсіл охолоджують у спеціальних ємностях, через які проходить змійовик і випарник. У камері розсіл віддає холод у навколишнє середовище, а потім повертається у випарник для охолодження. При цьому способі охолодження одержують низькі температури.

Повітряне охолодження ґрунтується на передачі холоду за допомогою повітря, яке охолоджується і після очищення по трубах нагнітається у морозильні камери.

Для інтенсивного заморожування використовують змішане охолодження – безпосередньо від батареї і повітряне. Також використовують швидкозаморозувальні апарати повітряного охолодження, які являють собою батареї, де випаровується аміак при температурі мінус 28 – мінус 30 $^{\circ}\text{C}$.

Залежно від передбачуваних термінів зберігання м'ясопродуктів розрізняють:

- зберігання при температурі вище точки замерзання тканин і рідини, але близької до неї, можливий термін зберігання 7–19 діб, при особливо сприятливих санітарних умовах – до 3–4 тижнів;

- зберігання при температурі нижче точки замерзання, але близької до неї, можливий термін зберігання до 2–3 тижнів;

- зберігання при температурі нижче точки замерзання, термін зберігання 6–12 місяців, а при сприятливих умовах і більше.

Відповідно до цього м'ясо і м'ясопродукти охолоджують або заморожують, доводячи їх температуру близькою до тієї, при якій планується зберігання. Види холодильної обробки, параметри витримування м'яса після забою і первинної переробки різноманітні і обумовлені передбаченою технологічною метою.

Охолодження м'яса ґрунтується на відведенні від нього тепла зі зниженням температури до рівня, близького до криоскопічної точки.

Охолодження підвищує стійкість м'яса при зберіганні:

· Уповільнення росту мікрофлори: розмноження всіх мікроорганізмів, які виробляють харчові токсини (сальмонели, ботулінові палички, тощо) пригнічується або суттєво уповільнюється при температурі нижче 5°C. При температурі нижче мінус 12°C припиняється розмноження всіх мікроорганізмів. Ферменти, які утворилися до цієї межі мікробіологічного росту, продовжують діяти, тому м'ясо до холодильної обробки повинно мати бездоганний санітарно-гігієнічний стан:

- зниження активності ферментів (нативних і мікробіологічних): внаслідок цього уповільнюється автоліз та псування м'яса, але також і його дозрівання;

- уповільнення реакцій окислення: вони викликають прогірклість жиру та потемніння м'яса;

- випаровування вологи; м'ясо з підсушеною поверхнею не так швидко покривається слизом, як з вологою.

Зміна якості м'яса при охолодженні та подальшому зберіганні залежить від виду сировини (розміру і маси туші товщини жирового покриву), ступеню розвитку автолізу, величина рН (при рН м'яса більше 6,2 терміни зберігання різко зменшуються), початкового мікробіологічного обсіменіння, режимів та умов холодильної обробки, може супроводжуватись зміною зовнішнього виду, кольору і консистенції м'яса, зменшенням маси (усушки), формуванням специфічного смаку і запаху, ростом бактерій і плісняви та іншими явищами.

Основною причиною псування м'яса може бути розмноження психрофільної аеробної мікрофлори, яка різко погіршує органолептичні показники і має токсичність. Розвиток її відбувається в основному в кровоносних судинах поблизу кісток та суглобів. Пліснява розвивається в місцях, де погана циркуляція повітря. Ознаками псування є поява слизу та наявність липкої поверхні м'яса. На ступінь пригнічення життєдіяльності мікробів впливає температура, швидкість тепловідводу, величина рН м'яса, вологий стан поверхні туш. Випаровування вологи з поверхні, супроводжується утворенням шкірочки підсихання, призводить до інгібування життєдіяльності мікроорганізмів.

Характер зміни якості м'яса супроводжується розвитком автолітичних процесів. Не дивлячись на зменшення температури в період післязабійного зберігання в м'ясі розвиваються ферментативні процеси і пов'язані з ними фізико-хімічні і мікроструктурні перетворення тканин, сукупність яких призводить до зміни консистенції, соковитості, смаку, аромату та вологозв'язуючої здатності м'яса.

Перед завантаженням камери охолодження приводять у належний санітарний стан і охолоджують повітря на 3–5°C нижче температури охолодження (паспортної). Туші розміщують у камері одна від одної на відстані не менше 5 см, щоб не допустити «загару» внаслідок повільної віддачі тепла. У камеру охолодження рекомендується розміщувати м'ясо одного виду з однаковою категорією вгодованості і, по можливості, однаковою масою. Середнє завантаження складає 250–380 кг/м.

Способи охолодження. При **повільному (одностадійному) охолодженні** м'ясо доводять до 4°C у товщі м'язів стегна безпосередньо у камері охолодження. При цьому у камері підтримується температура мінус 1 – мінус 2 °C та відносна вологість 90–92% і швидкість циркуляції повітря 0,5–1 м/с. При повільному зниженні температури туша має занадто виражену шкірочку підсихання, що збільшує втрати маси, погіршує функціонально-технологічні властивості сировини. Недостатня інтенсивність охолодження всередині м'язів стегового суглобу великої рогатої худоби та свиней при несприятливих санітарних умовах первинної переробки може призвести до росту гнилісних бактерій у товщі м'яса та утворення явища «загару» з появою неприємного сильного запаху та нехарактерного кольору.

При **ступінчастому охолодженні** м'ясо у забійному цеху доводять до температури навколишнього повітря, при цьому відбувається вологовіддача у вигляді випаровування. Наступним кроком є охолодження м'яса з обсушеною поверхнею у камері попереднього охолодження протягом 24 год при температурі 6–10°C, відносна вологість 80%. Далі відбувається доохолодження до температури у товщі м'язів 4°C у камері основного охолодження з температурою повітря 0–4°C.

Недоліками такого способу є:

- дуже повільне зниження температури м'яса;
- небезпека утворення «загару» у товстих, жирних чвертях;
- відносно інтенсивний ріст мікрофлори;
- значна активність ферментів;
- суттєве зменшення стійкості при зберіганні;
- високі втрати маси: через 24 год – близько 2%; потім по 0,5% щоденно.

Перевагою є те, що посмертне задубіння настає до холодового скорочення.

У практиці використовують **прискорений або швидкий (двостадійний) метод охолодження**. Прискорене охолодження проводять при температурах, близьких до криоскопічних. Підвищення інтенсивності процесу

досягають за рахунок збільшення швидкості руху повітря від 0,1 до 2 м/с і зниження його температури з 2 до мінус 3°C. При швидкому (двостадійному) методі охолодження на першому етапі охолоджують повітрям (при мінус 3 – мінус 5°C) з інтенсивною циркуляцією повітря (2–4 м/с) протягом 12–16 год, після чого проводять його до охолодження при мінус 1 – мінус 1,5°C та швидкості руху повітря 0,1–0,2 м/с.

Використання швидкого способу охолодження забезпечує відмінний товарний вигляд, зменшує втрати маси (на 20–30%) і високу стабільність сировини при зберіганні (обсміненість м'яса швидкого охолодження менша, ніж отриманого при повільному охолодженні).

При **шоковому охолодженні** дотримуються наступних технологічних параметрів:

- температура повітря від мінус 5 до мінус 8°C;
- відносна вологість – 90%;
- швидкість руху повітря – 2–4 м/с;
- тривалість – 2 год.

Через 2 год температура у товщі м'язів свинини досягає 2°C, поверхня напівтуш дещо підморожується. Це практично не відображається на якості свиних напівтуш.

Підморожування псує зовнішній вигляд та якість яловичини. Тому стадія інтенсивного охолодження для яловичини через 2 год припиняється, доохолодження відбувається за наступних умов:

- температура повітря – 0°C;
- швидкість руху повітря 0,1 м/с.

При використанні шокового охолодження спостерігається: більш тривалі терміни зберігання; незначні втрати маси; небезпека холодового скорочення та жорстке м'ясо. Небезпека холодового скорочення особливо велика для тонких відрубів телятини та баранини, а також для парної розібраної яловичини.

Швидкі методи охолодження підходять для наступних видів сировини:

- свинина;
- компактні відруби яловичини.

Такі методи охолодження не можна застосовувати для шматкових напівфабрикатів: м'яса швидкого обсмажування, для приготування на грилі, для тушення та для таких відбірних відрубів, як вирізка та ростбіф.

При швидкому та шоківому охолодженні може відбутися зміна напрямку автолітичних процесів, які супроводжуються розвитком холодної контракції (холодовий шок, холодне скорочення), яка призводить до збільшення жорсткості м'яса і зниження вологозв'язуючої здатності особливо в переферійних шарах туші і в червоних м'язових волокнах. Дане явище спостерігається в яловичині, баранині та птиці; і не виражене при зберіганні свинини; так як наявність жиру, очевидно, зменшує швидкість охолодження.

Найчастіше холодне скорочення виникає в яловичині якщо температура зменшилась нижче 11°C перш, ніж величина рН досягла значення нижче 6,2.

Розвиток холодної контракції, не дивлячись на зовнішню схожість, відрізняється від процесу утворення актоміозинового комплексу в процесі посмертного задубіння (Rigor mortis) тим, що в останньому випадку і міозином утворюються іонні зв'язки, а м'язові волокна послаблюються мірою розпаду АТФ в процесі дозрівання.

Для запобігання появи холодної контракції:

- слід витримувати м'ясо після забою при 10–15°C протягом 10–12 годин для розпаду основної частини АТФ;

- необхідно здійснювати охолодження туш у підвішеному стані, так як механічний розтяг волокон зменшує ймовірність холодної контракції;

- рекомендується застосовувати електростимуляцію, яка дає змогу прискорити ферментативні процеси.

Ймовірність появи холодної скорочення і його вираженість зменшується, коли в м'язах вже почався процес посмертного задубіння.

Зменшення вираженості холодної контракції можливо досягти шляхом тривалого (7–14 діб) витримування м'яса на дозріванні. Враховуючи

економічні та технологічні міркування практикується два способи обробки м'яса після забою:

1. Швидке охолодження м'ясних туш в підвішеному стані в умовах інтенсивної циркуляції повітря з подальшою тривалою витримкою сировини при дозріванні.

2. Переробка у виробництві ковбас парного м'яса до настання післясмертного задуління і виключення ймовірності виникнення холодної контракції.

Тривалість зберігання охолодженого м'яса при 0 – мінус 1°C, відносної вологості повітря 85–90% і швидкості руху до 0,2 м/сек складає для яловичини не більше 16 діб, для свинини і баранини до 12 діб.

Використання різноманітних пакувальних матеріалів дає змогу зменшити втрати маси, зменшує активність психрофільних мікроорганізмів, покращує якість м'яса, збільшує термін зберігання.

Попереднє обгорткування туш вологою тканиною дає змогу зменшити втрати маси при холодильній обробці, регулює інтенсивність рух тепло-, масообміну, покращує товарний вигляд сировини (поверхня м'язової тканини зберігає яскравий рівномірний колір, підшкірний жир стає світлішим, поверхня стає гладкою).

Хороший результат може бути отриманий при поверхневій обробці туш водяною аерозольною сумішшю, яка містить 2,0% оцтової, 1,0% молочної, 0,25% лимонної і 0,1% аскорбінової кислот. Яловичі туші після цього зберігають високу якість при зберіганні навіть при температурах від 7 до 15°C.

Охолодження тушок птиці взаємопов'язане з технологією переробки і є заключним етапом. При механізації первинної переробки доцільно використовувати інтенсивне охолодження тушок з метою забезпечення потоковості процесу. М'ясо птиці охолоджують у повітрі, у льодоводяній суміші та льодяній воді до температури у товщі грудних м'язів 4°C. Повітряне охолодження здійснюють при 0 – мінус 1°C і швидкості повітря 1–1,5 м/с.

Залежно від виду і категорії вгодованості тривалість охолодження тушок, упакованих у дерев'яні або металеві лотки, складає 12–24 год. Процес охолодження може бути інтенсифікований за рахунок зниження температури до $-0,5$ – 4°C і збільшення швидкості руху повітря до 3–4 м/с. В цьому випадку тривалість процесу складає 6 год. Повітряне охолодження тушок супроводжується втратою маси від 0,5 до 1%. З метою зменшення усушки рекомендується проводити попереднє охолодження тушок до температури 15–20 $^{\circ}\text{C}$ зрошенням водопровідною водою з наступним охолодженням у підвищеному стані при -4 – -6°C і швидкості руху повітря 3–4 м/с.

Зберігання охолодженого м'яса здійснюють при режимах, які стримують небажані зміни за виключенням біохімічних процесів, що сприяють покращенню харчової цінності продукту.

Охолоджене м'ясо зберігають у камерах з відносною вологістю повітря 85–90% і швидкістю його руху 0,2–0,3 м/с та температурою для яловичини – -1°C , свинини – -1°C , баранини – -1°C .

Допустимі строки зберігання яловичини не більш 16 діб свинини та баранини до 12 діб. Охолоджене м'ясо птиці зберігають у холодильних камерах при 0–2 $^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря 80–85%. Термін зберігання тушок птиці складає 5 діб, а упакованих у поліетиленові пакети – 5–6 діб. Усушка охолоджених у повітрі тушок птиці при зберіганні протягом 3 діб становить 0,7–1%. При збереженні охолоджених упакованих тушок усушка зменшується у 5 разів

Підморожування м'яса. Тривалість зберігання м'яса з покращенням умов транспортування при зменшенні розміру усушки можна збільшити в результаті зниження температури у поверхневому шарі (на глибині 1 см) до -3 – -5°C . Так як товщина підмороженого шару в області стегна при цьому не повинна перевищувати 4 см, а температура у товщині м'язів стегна на глибині 6 см – 2–0 $^{\circ}\text{C}$, то небажані наслідки утворення льоду для структури тканин і стану білків порівняно незначні. Вказані режими обробки дозволяють зберегти направленість автолітичних процесів при значному зменшенні

швидкості їх протікання. Задубіння підмороженого м'яса настає приблизно на 8–10 добу зберігання, яке збільшує строки його витримки при використанні. Підморожування тушок птиці здійснюють у два етапи. На першому етапі охолодження тушки птиці безпосередньо після первинної обробки здійснюють зрошення льодяною водою до досягнення температури у центрі грудних м'язів 6–8°C. На другому етапі упаковані тушки підморожують у повітряному середовищі або розчині до температури у товщі грудних м'язів 0–1°C, а на глибині 0,5 см – не нижче – 4°C.

Тривалість процесу підморожування м'яса птиці при температурі – 23°C і швидкості руху повітря 3–4 м/с становить 2–3 год. Залежно від виду і категорії птиці. Наступне зберігання здійснюють при температурі мінус 2±0,5°C – протягом 25 діб.

З метою збільшення строків збереження охолодженого і підмороженого м'яса можна додатково використовувати обробку вуглекислим газом, ультрафіолетовими променями, озоном, які викликають загибель або уповільнюють розвиток мікроорганізмів.

9.2. Заморожування і розморожування м'яса і м'ясопродуктів

Заморожування забезпечує запобігання розвитку мікробіологічних процесів і різке зменшення швидкості ферментативних и фізико-хімічних реакцій, в зв'язку з цим його використовують в основному при необхідності тривалого зберігання м'яса.

Заморожування здійснюють при температурах повітря в камері від –23 до –5°C протягом 18–36 годин до досягнення в найбільш товстій частині туш температури не вище –8°C. Тривалість подальшого зберігання м'яса при мінус 18 – мінус 25°C складає від 4 до 18 місяців в залежності від температури та виду сировини.

В результаті заморожування волога кристалізується. Кількість вільної вологи в клітинах зменшується, завдяки чому, по мірі вимерзання вологи життєдіяльність мікрофлори знижується, а потім і зупиняється. При нерівномірному рості кристалів льоду можливе руйнування клітин мікроорганізмів. При низькотемпературному зберіганні (міус 10 – мінус 50°C) відбувається часткове відмирання мікроорганізмів, змінюється стан морфологічної структури м'яса і його колоїдних систем, інгібують біохімічні процеси, причому чим нижче швидкість і температура заморожування, тим в більшому ступені змінюється якість сировини, яка використовується, при подальшому розморожуванні.

Активність ферментів м'яса в умовах низьких температур поступово слабшає та їх дія припиняється; але ліпази, які розщеплюють жир, інактивуються лише при температурі мінус 40°C. Ферменти м'яса повністю припиняють свою дію при температурі мінус 60°C.

Внаслідок вимерзання вологи і кристалоутворення, в м'ясі має місце перерозподіл води між структурними елементами, порушення цілісності м'язових волокон, часткова агрегація і денатурація м'язових білків, зменшення їх розчинності (міозин), розрихлення з'єднувально-тканинних сполучень, що призводить до зниження величини вологозв'язуючої здатності, погіршення смаку і консистенції м'яса, значним втратам м'ясного соку після його розморожування.

Заморожування сприяє підвищенню засвоюваності м'яса. В результаті виморожування води підвищується концентрація білків у м'ясному соці. Реакція середовища стає кислою, рН знижується. Розчинені білки починають згортуватись, їх засвоюваність зростає. Крім того, при заморожуванні дрібні клітинні органели руйнуються, із них вивільнюються ферменти, які прискорюють дозрівання розмороженого м'яса. Його смакові якості можуть покращитись, тому що білки розщеплюються до амінокислот. Вони надають м'ясним продуктам смак та збуджують апетит.

В процесі тривалого зберігання замороженого м'яса мають місце втрати вітамінів, розвиваються гідролітичні процеси та процеси окислення, втрати маси (усушка), змінюється колір м'язової тканини, на поверхні туш можуть з'явитись безколірні або світлі ділянки холодного опіку.

Вибір раціональних режимів заморожування та зберігання дає змогу зменшити негативні наслідки низькотемпературної обробки на якість м'яса.

Використання пакувальних матеріалів дає змогу зменшити ступінь змін технологічних властивостей сировини і величину втрат маси.

Найчастіше заморожування використовують для:

- здійснення накопичення сировини, причому максимальне збереження якості м'яса забезпечує проведення холодильної обробки на ранніх етапах автолізу при високих значеннях рН;

- стабілізації властивостей обваленого парного м'яса, в якому при швидкому заморожуванні запобігається розвиток процесу посмертного задубіння і сировина зберігає високу вологов'язуючу здатність;

- консервування упакованих тушок птиці, декількох видів напівфабрикатів, субпродуктів, ендокринно-ферментної сировини, придатних для споживання других страв.

Від способу і умов заморожування залежить збереження вихідної якості харчових продуктів та рівень витрат на його здійснення. Якісні характеристики замороженого м'яса і економічні показники процесу в значній мірі обумовлені характером автолізу м'яса, яке надходить на заморожування. Залежно від стану м'яса, що надходить на заморожування, розрізняють однофазний і двофазний способи. У першому випадку заморожують парне м'ясо безпосередньо після первинної обробки, у другому випадку м'ясо заморожують після попереднього охолодження.

Перевагою однофазного способу є скорочення тривалості технологічного процесу заморожування м'яса, більш ефективного використання виробничих площ, зменшення втрат маси при більш високій якості м'яса, скорочення витрат праці на транспортування продукції. Інтенсивне охолодження парного

м'яса різко знижує швидкість хімічних та біохімічних реакцій, що сприяє збільшенню строків збереження замороженого м'яса.

Однофазне заморожування викликає значно менші зміни структури тканин порівняно з двофазним, у м'ясі утворюється багато зародків кристалів льоду. Кристали льоду мають невеликі розміри, рівномірно розміщені в клітинах і міжклітинному просторі м'яса і не викликають великих пошкоджень структури тканини м'яса. Внаслідок чого при розморожуванні повністю відновлюються властивості колоїдної системи саркоплазми, м'ясний сік більш повно реабсорбується.

Тривалість заморожування свинячих напівтуш і баранячих туш становить, відповідно, 80 та 60% від тривалості заморожування яловичих напівтуш.

За смаковими якостями м'ясо, заморожене однофазним способом, не відрізняється від замороженого в охолоджену стані, але має більш привабливий вигляд, добре зберігає натуральне забарвлення, його можна довше зберігати, при цьому втрати маси м'яса у залежності від категорії вгодованості в середньому складають для: яловичини – 1,58 – 2,10%, свинини – 1,31–1,60%, баранини – 1,74–2,20%.

У м'ясі, замороженому у парному стані, різко уповільнюються ферментативні, гідролітичні та окисні реакції. Процес дозрівання м'яса протікає протягом 3 – 4 місяців, тому однофазне заморожування використовують у випадку збереження м'яса терміном не менше шести місяців.

Також *розрізняють повільне та швидке заморожування*. Повільне заморожування супроводжується утворенням у м'язовій тканині невеликої кількості центрів кристалізації, а утворюються вони у міжклітинному просторі, тобто між волокнами. Таке кристалоутворення обумовлено тим, що концентрація кислот, солей та інших речовин тканинної рідини у міжволоконному просторі нижче, ніж у волокнах. Тому міжклітинна рідина замерзає при більш високій температурі, ніж та, що міститься у клітинах. У

процесі росту кристалів льоду, що утворилися, та підвищення концентрації тканинної рідини у між волоконному просторі волога із волокон мігрує у міжволоконний простір та викликає подальший ріст кристалів. Крупні кристали льоду розширюють міжволоконний простір та руйнують сполучні прошарки. Тканина розрихлюється, м'язові волокна деформуються, а іноді й руйнуються, що супроводжується великими втратами м'ясного соку.

При швидкому заморожуванні у тканинах виникає велика кількість центрів кристалізації, причому вони виникають як у міжклітинному просторі, так і всередині волокон. Це пояснюється великою швидкістю зниження температури. Утворення великої кількості центрів кристалізації обумовлює невелике збільшення розмірів кристалів та відсутність руйнування оболонок волокон. Висока ступінь збереження морфологічної структури забезпечує краще відновлення початкових властивостей, ніж при повільному заморожуванні. Для запобігання пошкодження клітинної структури необхідно застосовувати температуру заморожування -40°C та температуру зберігання мінус 15°C та нижче.

Для заморожування м'ясні туші та напівтуші розміщують у морозильних камерах так само, як і при охолодженні, використовуючи рекомендовані параметри у відповідності з вибраним способом. Відносна вологість повітря у усіх випадках повинна становити від 95% до 98%.

М'ясо і субпродукти, що використовують для промислової переробки, доцільно заморожувати у блоках, які формують після обвалювання м'яса. При цьому значно підвищується ефективність виробництва за рахунок скорочення втрат маси, економії холодильних площ, витрат холоду і транспортних витрат, більш раціональної організації технологічного процесу виготовлення ковбас та напівфабрикатів.

М'ясо і м'ясопродукти заморожують у повітрі, в розчинах солей або деяких органічних з'єднань, у киплячих холодоагентах, при контакті з охолоджуваними металевими плитами. У відповідності з використовуваним

способом та характеристикою продукту встановлюють швидкість і глибину заморожування.

Заморожування у повітрі є найбільш поширеним способом відводу тепла від продукту. Інтенсифікація процесу заморожування досягається зниженням температури (до мінус 35 °С), підвищенням швидкості руху повітря (до 4–5 м/с), зменшенням товщини продукту. При заморожуванні м'ясних напівфабрикатів, субпродуктів доцільно інтенсифікувати процес, а при заморожуванні м'ясних туш і відрубів інтенсивність процесу не впливає суттєво на їх якість, так як внаслідок особливостей утворення кристалів розбіжність в структурі тканин периферійних і внутрішніх зон практично неминуча.

Тушки птиці заморожують у повітрі при тих же параметрах, що і м'ясо забійних тварин. Тривалість процесу залежить від виду птиці, категорії тушок та режимів заморожування і складає 24–72 год. Використання для упакування плівкових матеріалів, що дають усадку при нагріванні, збільшує тривалість заморожування тушок птиці приблизно на 8%, але втрати маси при цьому складають лише 0,08–0,1%.

Під розморожуванням розуміють утеплення м'яса до температури мінус 1 – +4°С у глибині найбільш товстої його частини.

Розморожування є заключною стадією технологічного процесу холодильної обробки м'яса. При розморожуванні продукт віддає до температури, близької до криоскопічної, що забезпечує оптимальні умови для його подальшої переробки. Розморожування м'яса використовують при виробництві ковбас, консервів та напівфабрикатів.

На якість розморожених харчових продуктів впливають їх властивості на момент заморожування, швидкість заморожування, температура і тривалість зберігання. Розморожування проводять у таких умовах, які дозволяють одержати м'ясо, що за характеристикою наближається до охолодженого. Проте, внаслідок необоротних змін деяких якісних показників в період заморожування і наступного зберігання, вихідні властивості продукту

повністю не відновлюються навіть при оптимальних умовах розморожування. Зміни складу та властивостей продукту при розморожуванні можуть бути обумовлені виділенням тканинної рідини, втратою розчинних білків, вітамінів, азотистих екстрактивних речовин, мінеральних солей, а також розвитком біохімічних та мікробіологічних процесів. Це призводить до зниження харчової цінності продукту, погіршується його соковитість, смак і аромат.

Виділення м'ясного соку в процесі розморожування м'яса зумовлено зниженням гідратації м'язових білків, змінами початкового співвідношення у розподіленні води між структурними елементами тканин, пошкодженням клітинних оболонок в період заморожування і наступного зберігання. Його втрати збільшуються при повільному розморожуванні і тривалому зберіганні м'яса при підвищених температурах. Залежно від вказаних факторів і умов розморожування втрати м'ясного соку складають 0,5–3,0%. Виділення м'ясного соку, випаровування води або поглинання вологи, що конденсується на поверхні продукту під час розморожування, визначають рівень його маси.

Як теплоносії використовують повітря, воду або різні розчини, пару. У промисловій практиці найбільш поширений спосіб розморожування м'яса у повітряному середовищі. Розморожування вважають закінченим при досягненні у товщині стегна температури 1°C. Залежно від температури і швидкості руху повітря розрізняють повільне, прискорене і швидке розморожування

При повільному розморожуванні температуру повітря спочатку підтримують на рівні мінус 5–0°C, потім її поступово підвищують до 8°C. Розморожування відбувається протягом 3–5 діб при відносній вологості повітря 90–95% та швидкості його руху 0,2–0,3 м/с.

Прискорене розморожування проводять при температурі повітря 16–20°C, відносній вологості 90–95% і швидкості руху повітря 0,2–0,5 м/с. Тривалість процесу складає для яловичих напівтуш 24–30 год., свинячих – 19–24 год, баранячих туш – 14–18 год.

Швидке розморожування здійснюють за допомогою повітряного струму з температурою 20°C, швидкості його руху в районі стегна 1–2 м/с та відносній вологості 85–90%. Тривалість і розморожування складає для яловичих напівтуш 12–16 год і свинячих напівтуш – 10–13 год, баранячих туш – 7–10 год. В період розморожування маса напівтуш збільшується на 3–4%, але при розробці їх для виробництва ковбас втрачається до 5–8% м'ясного соку.

Використання рідких середовищ для розморожування м'яса сприяє покращенню теплообміну. Розморожування здійснюють у холодній або теплій воді шляхом занурення або зрошення, при цьому контакт продукту з рідиною приводить до вимивання із поверхневих шарів розчинних компонентів і поглинання ними води. Використання пакувальних матеріалів, які запобігають безпосередньому контакту продукту з рідиною, дає можливість ліквідувати вказані недоліки.

М'ясо, розморожене будь-яким способом, має яскраво-червоний колір та не володіє пружністю. Внаслідок висихання поверхневих шарів при заморожуванні та зберіганні вони стають гігроскопічними і при підвищеній вологості навколишнього середовища поглинають вологу. Опір різанню розмороженого м'яса менше, ніж охолодженого. Розморожене м'ясо за органолептичними показниками поступається охолодженому і зазвичай не направляється на зберігання.

Розморожене м'ясо можна зберігати при температурі 0–1°C протягом 3–5 діб. Проте необхідно пам'ятати, що волога поверхня і м'ясний сік, що виділяється, створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, у тому числі і гнильних. Тому зберігання розмороженого м'яса в конкретних умовах за терміном повинно бути мінімальним.

Не дивлячись на те, що холодильне зберігання є найбільш сучасним методом консервування, воно має свої недоліки. Одним із значних недоліків холодильного зберігання є пліснявиння. Низькі температури заморожування і зберігання самі по собі не викликають повної загибелі мікрофлори, а тим більш її спорових форм. Відрізняючою особливістю пліснявих грибів є те, що

вони можуть розвиватись при низькій температурі (до мінус 28°C), при якій розвиток бактерій стає неможливим.

Пліснявіння скорочує строки зберігання, що в свою чергу, перешкоджає утворенню запасів і порушує планове постачання. Таким чином, використання холоду – ефективний метод консервування харчових продуктів, але не завжди можливий і економічно вигідний, так як потребує необхідності створення холоду на всіх ділянках товаровиробничого ланцюга.

Вплив високих концентрацій осмотично діючих речовин на зберігання м'ясопродуктів. Високі концентрації осмотично діючих речовин сприяють плазмолізу рослинних і, що важливо, мікробних клітин, в результаті чого мікроорганізми впадають в анабіотичний стан і втрачають здатність псувати харчові продукти.

В якості осмотично діючих речовин для консервування харчових продуктів використовують цукор і сіль. Для того, щоб надійно зберегти цим способом харчові продукти, слід викликати стійкий плазмоліз мікробних клітин, а для цього необхідні доволі високі концентрації цих речовин: не менше 60–70% цукру або 10–12% солі (по відношенню їх молекулярних мас 6:1). Консервуючу дію цукру використовують в кондитерській промисловості.

Консервуючу дію концентрованих розчинів солі використовують для посолів рибних і м'ясних продуктів. Для того, щоб надійно зберегти цим способом харчові продукти, слід викликати стійкий плазмоліз мікробних клітин, а для цього необхідні доволі високі концентрації цих речовин: не менше 10–12% солі.

Процес посолу заснований на законі дифузії. При контакті м'яса з розчином солі виникає обмінна дифузія. При цьому в м'ясі накопичується сіль, а в розсолі – складові частини м'яса. При посолі м'ясо зневоднюється, що пов'язано з більш високим осмотичним тиском розсолу в порівнянні з осмотичним тиском м'ясного соку. При підвищенні концентрації повареної солі ступінь зневоднення зростає і досягає максимуму на 5–7 добу. Якщо

концентрація розсолу низька, відбувається проникнення води в м'ясо (обводнення продукту), завдяки чому підвищується його соковитість.

Сіль певною мірою діє згубно на мікрофлору, особливо при її високих концентраціях. Однак кишкову паличку, протей і групу сальмонел виявляють і в солонині. Посолом консервують тільки свіже, доброякісне м'ясо, отримане від здорових тварин. Чим вище температура розсолу і концентрація повареної солі, тим швидше вона проникає в м'ясо. Однак висока температура сприятлива для розвитку мікрофлори, оптимальна температура розчину для посолу м'яса 2–4°C. Якщо для засолу використовувати високі концентрації солі, м'ясо стає неїстівним навіть після тривалого вимочування, крім того, при цьому спостерігається посилений розвиток солестійкої мікрофлори.

Залежно від вмісту солі розрізняють малосольний (14–16%), нормальний (18%) і солонуватий (20%) розсоли. Концентрація розсолу не повинна бути нижче 12%, інакше продукт псується в процесі посолу. Недоліком мокрого посолу є значна втрата білків (вони переходять в розсіл) і висока вологість засоленого продукту, що значно скорочує терміни її зберігання.

Кількість кухонної солі, яку додають у сировину при її посолі (2–2,5% до маси сировини), відповідає концентрації, близької до такої, яка розчиняє білки актоміозинової фракції, і вони частково переходять у розчин. При цьому для реалізації цього процесу необхідний інтервал часу у межах 8 – 10 год при температурі 0°C. При високих концентраціях кухонної солі та тривалій її дії може відбуватись глибока денатурація та коагуляція частини м'язових білків. Цей процес супроводжується укрупненням білкових часток, зниженням їх рухливості, розчинності, зменшенням на поверхні молекул кількості функціональних груп, які відповідальні за приєднання води та диспергованого жиру. Відповідно, за цих умов м'ясо не може мати високих функціонально-технологічних властивостей.

9.3. Обсмажування, варіння і копчення мяса

Обсмажування – обробка поверхні сосисок, сарделенок, варених та напівкопчених ковбас гарячими димовими газами з температурою 50–120°C, протягом від 30 хв до 3 год у залежності від діаметру батонів та виду м'ясопродуктів. У кінці обсмажування температура у центрі ковбасного батону повинна досягати 40–45°C для виробів малого діаметру та 30–35°C для м'ясопродуктів в широкій оболонці. В результаті дії гарячої повітряної суміші на ковбасні батони відбувається ряд фізико-хімічних процесів.

1. Відбувається частковий розвиток денатураційно-коагуляційних процесів білкових речовин в м'ясних емульсіях, що супроводжується первинною стабілізацією її структурованого каркасу, емульсія набуває твёрдоподібні властивості, фіксується форма виробу.

2. Колагенова оболонка денатурує та висушується, перетворюючись у тонку суху плівку. Одночасно відбувається взаємодія колагену з фенольною фракцією копильного диму. Внаслідок цих змін оболонка набуває приємний золотисто-червоний колір, підсушується, підвищується її механічна міцність, знижується гігроскопічність. Продукт стає більш привабливим та стійким до дії мікроорганізмів. Кишкова оболонка втрачає свій специфічний запах.

3. Активізується реакція кольороутворення (починаючи з рівня температури 25–30°C) у м'ясній емульсії за рахунок інтенсивного розпаду нітриту натрію. Метміоглобін відновлюється до нітрозоміоглобіну. Застосування низьких температур обсмажування або скорочення його тривалості призводить до появи пористості та блідо-сірого кольору.

Аналогічний ефект зміни забарвлення поверхні батонів та кольору готової продукції може бути отриманий при сухому нагріві за відсутності димових газів; у цьому випадку для формування потрібного запаху рекомендується використання копильних рідин.

4. Продукт набуває специфічний запах та присмак копчення, що покращує його органолептичні показники. При цьому необхідно враховувати,

що ступінь сорбції коптильних речовин із диму багато в чому залежить від складу та вологості оболонки. На початку обсмажування, коли батони мають вологу оболонку та вільна вода випаровується з поверхні, процес прогріву м'ясопродуктів уповільнений, коптильні речовини не проникають вглибину. Мірою зневоднення оболонки її здатність до сорбції коптильних речовин збільшується. Проте, при надмірному висушуванні оболонки, що супроводжується усадкою та зменшенням діаметру мікрокапілярів, ступінь сорбції знову може знизитись. За цією причиною в процесі обсмажування необхідно постійно контролювати стан поверхні продукту.

5. Одночасно з підсушуванням та дубінням оболонки при обсмажуванні відбувається часткове випаровування слабкозв'язаної вологи із м'ясної емульсії. У період обсмажування втрати маси можуть досягати значних значень:

- для сосисок – 10–12%;
- для варених ковбас – 4–7%;
- для напівкопчених ковбас – до 7%.

Максимальна швидкість випаровування вологи спостерігається на першій фазі обсмажування.

6. Під впливом високих температур на поверхні та у периферійних шарах батонів відбувається гибель вегетативних мікроорганізмів. У ковбасних виробках температура може деякий час знаходитись на рівні оптимального розвитку мікроорганізмів та діяльності ферментів.

7. Технологічний ефект обсмажування, який отримується, залежить не тільки від температури, тривалості процесу та відносної вологості середовища, але і від густини повітряно-димової суміші, напрямку руху потоку, розташування батонів у камері.

Варіння – процес нагрівання емульгованих м'ясопродуктів у середовищі насиченої пари, гарячим повітрям або у воді з метою доведення їх до стану кулінарної готовності, завершення формування органолептичних характеристик, підвищення стабільності при зберіганні.

У зв'язку з тим, що кількісно вода переважає у складі емульсованих м'ясопродуктів, варіння класифікується як вологе нагрівання та супроводжується рядом фізико-хімічних змін:

- теплова денатурація розчинних білкових речовин;
- зварювання та дезагрегація колагену;
- зміни стану та властивостей жирів;
- зміни структурно-механічних властивостей;
- зміни органолептичних показників;
- загибель вегетативних форм мікроорганізмів.

Сукупність вищевказаних процесів визначає якість готової продукції.

В процесі варіння завершується реакція кольороутворення: при 60°C червоне забарвлення зберігається всередині м'яса, при 60–70°C, які відповідають температурі денатурації міоглобіну, відбувається інтенсивне забарвлення емульсії у рожевий колір.

Чим вище швидкість нагрівання, тим менш стабільне забарвлення м'ясопродуктів. Перевищення регламентованого при варці рівня кінцевої температури у центрі продукту до 75–80°C призводить до зміни кольору м'яса та появи сіро-коричневого відтінку.

Зміни харчової та біологічної цінності м'ясних емульсій при варінні обумовлені рядом як позитивних, так і негативних сторін. Після термообробки білки м'яса стають більш доступними до дії харчотравних ферментів, тому підвищується рівень їх перетравлюваності та засвоюваності. Водночас, нагрівання викликає інактивацію та руйнування вітамінів, особливо водорозчинних (на 10–60%); відмічені втрати ряду амінокислот (триптофан, метіонін, треонін, гістидин).

Для варіння ковбасних виробів гріючим середовищем може бути гаряча вода, гостра пара або пароповітряна суміш.

Варіння у воді має переваги:

- менша втрата маси продукту;
- більш яскраве забарвлення поверхні виробів;

- менш виражена деформація оболонки;
- краща збереженість та зовнішній вигляд оболонки.

Однак при цьому способі великі затрати робочої сили на занурення батонів у воду та вилучення їх із неї, тому його застосовують на малих підприємствах.

Варіння гострою парою вигідніше та зручніше тим, що дозволяє занурювати вироби разом із рамами. Це робить можливим потокову організацію теплової обробки ковбас та скорочує затрати праці.

Варіння у пароповітряній суміші дозволяє точно регулювати гріюче середовище по температурі швидкості циркуляції, змінюючи значення параметрів у залежності від особливостей того чи іншого процесу теплової обробки. При цьому необхідно підтримувати вологість на достатньо високому рівні, що постійно відбувалася конденсація вологи на поверхні батонів, інакше різко зростають втрати маси.

Варіння вологим повітрям полегшує можливість використання теплових агрегатів неперервної дії. Температура гріючого середовища перед завантаженням повинна бути близькою до 100°C, під час варіння вона підтримується на рівні 75°C і до кінця варіння підвищується до 85°C. При нижчій температурі варіння не буде доведено до кінця, при більш високій – може лопнути оболонка, оскільки об'ємне розширення фаршу буде занадто великим. При варінні ковбас у білковій оболонці температура не повинна перевищувати 75°C, відповідно, тривалість варіння збільшується на 30%.

Тривалість варіння ковбасних виробів залежить від діаметру батона, теплопровідності фаршу та температури гріючого середовища і батонів перед завантаженням. Теплопровідність фаршу залежить від кількості жиру, який міститься у ньому. Тому тривалість варіння залежить від виду та сорту виробів і товщини батонів: від 20–30 хв для сосисок та сарделек до 120–150 хв для ковбас. Готовність визначають за часом, але обов'язково перевіряють температуру в центрі батону, яка повинна бути не нижче 68°C. Якщо тривалість варіння виявиться більшою, ніж потрібно, вироби будуть

переварені. Фарш буде здаватися сухуватим, оболонка може лопнути. При недостатньо тривалому варінні всередині батону фарш виявиться недовареним, липким та більш темним.

Копчення – це спосіб консервування речовинами неповного згорання деревини, які містяться в димі чи коптільних препаратах.

Проникнення в продукт деяких фракцій диму і, особливо, фенольної й органічної кислот, що володіють високою бактерицидною і бактериостатичною дією, пригнічує розвиток гнильної мікрофлори, підвищує стійкість виробів при зберіганні, тобто копчення є одним зі способів консервування, особливо в сполученні із посолом і сушінням. Бактерицидна дія диму виявляється насамперед на поверхні продукту.

До процесу копчення пред'являють наступні вимоги: отримання відповідного смаку, запаху, забарвлення та стійкості копчених виробів, які обумовлені компонентами диму, що проникають у продукт. Під дією компонентів диму продукт набуває стійкості до дії мікроорганізмів, а жир – до окиснювальної дії кисню повітря.

З технологічної точки зору вплив коптільних речовин і самого процесу копчення на якість виготовлених м'ясних виробів виявляється в декількох аспектах:

- ковбаси здобувають гострий, приємний, специфічний смак і запах, темно-червоний колір і блиск на поверхні;

- одна з фракцій диму – феноли, добре поглинається жировою тканиною і, маючи високі антиокислювальні властивості, перешкоджає псуванню жиру і шпикю. Крім того феноли мають дубильну дію на колаген, у результаті чого як білкова оболонка, так і поверхневі шари ковбас піддаються усадці, ущільнюються, підсилюються їхні захисні властивості до дії мікроорганізмів;

- процес копчення супроводжується тепло-, масопереносом і вологообміном, у результаті чого з продукту випаровується частина вологи, виріб збезводнюється і це у свою чергу затримує розвиток мікрофлори і додає

виробу характерні органолептичні характеристики. У процесі копчення напів- і варено-копчені ковбаси втрачають до 10% вологи до початкової маси.

Способи копчення поділяються в залежності від температури на:

- **холодне копчення** ведеться при температурі не вище 18–22°C, тривалість – від 12 до 72 год;

- **гаряче копчення** при температурі від 30 до 50 °С, тривалість – від 2 до 12 год;

- **високотемпературне** – 80–100°C, тривалість – від 1 до 18 год.

Застосування різноманітних температур копчення обумовлено тим, що кожен діапазон визначає специфіку у розвитку біохімічних змін, змінює їх напрямок та дає можливість отримувати різний технологічний результат, органолептичні показники та стійкість до зберігання у готової продукції.

При **холодному копченні** сирих виробів процеси, які почались у період посолу, продовжуються, але з більшою інтенсивністю внаслідок підвищення температури – ферментативна деструкція тканин та їх складових частин, утворення нової просторової структури, кількісний ріст та зміни складу мікрофлори, зневоднення продукту.

При **гарячому копченні** внутрішні біохімічні процеси прискорюються у початковій стадії, поки температура не перевищує оптимальну для ферментів, та уповільнюються мірою подальшого нагрівання. Із наближенням температури до 50°C починаються процеси, характерні для теплової обробки. При гарячому копченні варених продуктів зміни обмежуються проникненням у продукт копильних речовин, їх взаємодією зі складовими частинами продукту, волого обміном між продуктом та навколишнім середовищем. При високотемпературному копченні протікають ті ж процеси, але на перший план виступає денатурація та коагуляція білків та зміни інших речовин під впливом інтенсивного нагріву.

Залежно від способу застосування продуктів неповного згорання деревини копчення підрозділяють на: димове, бездимне і змішане.

Димове або звичайне копчення здійснюється димом, що утворюється при неповному згоранні деревини.

Бездимне чи мокре копчення - це копчення коптільними препаратами, які представляють собою екстракти продуктів термічного розкладання деревини, піддані спеціальній обробці.

Змішане або комбіноване копчення являє собою поєднання димового та мокрого копчення. При цьому способі сировину, попередньо оброблену коптільним препаратом, докопчують димом.

Позитивні сторони копчення добре відомі: за допомогою цього широко розповсюдженого технологічного прийому при виготовленні різноманітної продукції з риби та м'яса отримують не тільки продукти, що володіють особливими привабливими смаковими властивостями, а й вироби (насамперед холодного копчення), яким властива підвищена стійкість окислювальним і мікробним змінам при зберіганні. Разом з тим традиційне копчення, тобто обробка підготовлених напівфабрикатів безпосередньо деревним димом, має ряд недоліків.

Одним з таких недоліків є складність отримання партій однорідної готової продукції. Це пов'язано з неможливістю створення однорідного і стабільного за складом коптільного диму, оскільки в димогенератора будь-яких конструкцій і температура, і інші умови утворення диму в локальних зонах термічного розкладання органічної маси деревини (тирса, тріска, стружки, чурки, дрова) безперервно змінюються, тому в цілому виникнення власне коптільного диму в значній мірі носить хаотичний характер.

Використання ж коптільних препаратів дозволяє одержувати готові вироби, максимально уніфіковані не тільки за смаковими показниками, але і за кольором, тобто забарвленням поверхні копчених продуктів у специфічний колір з глянувато-жовтим, лимонним, золотистим (для рибних продуктів) або червонувато-коричневим (для ковбас, окостів холодного копчення) відтінками.

В теперішній час використовують продукти, які є сучасною альтернативою традиційному копченню. Наприклад, спеціальні коптільні

ароматичні продукти призначені для поверхневої обробки харчових продуктів, в т.ч. фаршу і шинки, і надають їм традиційний золотисто-коричневий колір і приємний, добре знайомий копчений смак.

Коптильні препарати вітчизняного і закордонного виробництва підрозділяють на три групи:

- **коптильні рідини**, призначені для поверхневої обробки м'ясопродуктів (методом занурення, зрошення, аерозольного напилювання), використовують в вигляді 1–2% розчинів;

- **коптильні ароматизатори** – препарати з високою ступенем очищення призначені для введення безпосередньо в м'ясу сировину в складі шприцювальних розсолів. Дозування ароматизатора 0,3–1,2% до маси м'ясної сировини або 5–15% в складі шприцювального розсолу;

- **універсальні коптильні препарати**, призначені як для поверхневої обробки, так і для внутрішньом'язового введення, використовують в кількостях регламентуючих НТД.

Відомі також сухі коптильні препарати призначені для введення в реструктуровані м'ясопродукти, виготовлені в поліамідних оболонках. Норма введення ароматизатора – від 0,01 до 0,05% в залежності від необхідного рівня виразності аромату копчення.

До безсумнівних переваг нової прогресивної технології бездимного копчення в порівнянні з застарілими способами виготовлення копчених продуктів, коли використовується деревний дим, відносяться:

- збільшення продуктивності і поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці працівників коптильних підприємств;

- можливість порівняно простого рішення екологічних проблем, що неминуче виникають при виготовленні копченостей за старою технологією;

- ліквідація димогенераторних підрозділів при відчутній економії електроенергії і деревини;

- підвищення рентабельності коптильних виробництв;

- реальні можливості швидкого розширення асортименту різноманітних копчених виробів з м'яса і риби по простій, що піддається повної механізації технології (наприклад, при введенні спеціалізованих коптильних препаратів у напівфабрикати, при виготовленні консервів, структурованих і формованих продуктів сиру й ін.);

- можливість використання принципу маловідходної технології в коптильному виробництві і т.д.

А також можливість робити копчену продукцію, що не відрізняється за своїми властивостями від продуктів димового копчення, але не утримуючих шкідливих домішок (канцерогенні і токсичні речовини).

Коптильні препарати дають можливість, усунувши із технологічної схеми виробництва операцію димового копчення, зберегти характерні для копчення якісні показники і властивості м'ясних виробів, підвищити рівень їх екологічної безпеки і стабільності при зберіганні.

9.4. Сушіння і вплив модифікованої атмосфери на термін зберігання м'яса

Одним з найбільш розповсюджених способів зневоднення є сублімаційне сушіння (при низьких температурах) або при нагріванні продуктів. Сушкатакож приводить до анабіозу мікроорганізмів. Пояснюється це тим, що їх харчування відбувається осмотичним шляхом, всмоктуванням харчових речовин, тому всі мікроби для свого розвитку потребують певного вмісту води в навколишньому середовищі. Мінімум вологості, при якому можливий розвиток бактерій, складає 25–30%, пліснявих грибів – 10–15%. Попадаючи в сухе середовище, мікробні клітини віддають осмотичним шляхом свою вологу, в результаті чого відбувається їх плазмоліз, і загибель.

Принцип анабіозу відносно сушки, має на увазі плазмоліз мікроорганізмів, які потрапили на поверхню сушених продуктів в процесі

зберігання. Ці мікроби зберігаються тривалий час в стані анабіозу. Якщо висушений продукт зволожити, мікроби знову оживають, починають розмножуватись і викликають псування продукту.

Сушка як метод консервування харчових продуктів має багато переваг: технологія і апаратура, які використовуються, достатньо прості; маса і об'єм сировини в процесі сушки зменшуються в декілька разів, чим досягається велика економія тари, площі для зберігання і транспортних засобів; сушені продукти не дуже примхливі до умов зберігання, не потребують особливих сховищ.

Однак якість сушеної продукції не висока. Основний недолік – неповне відновлення її природних якостей при вторинному обводненні перед використанням в їжу.

На даний час відомі нові, високоефективні методи сушки, що дають змогу інтенсифікувати процес і отримати сушену продукцію високої якості. Одним з таких методів є сублімаційна сушка, при якій сировина самозаморожується в атмосфері глибокого вакууму, в результаті вода переходить з твердого агрегатного стану в паровий, минаючи рідку фазу. При такому методі сушки молекулярна структура матеріалу мало змінюється, висушений матеріал відрізняється високою пористістю, початкові якості сировини швидко відновлюються при обводненні. Висушені сублімаційним методом харчові продукти зберігають початковий об'єм, колір, запах, смак і біологічну цінність.

В той же час сублімаційні установки досить складні і енерговитрати в них великі. Герметична тара для зберігання висушених сублімаційним способом харчових продуктів обов'язкові.

Зміною і регулюванням атмосфери, в якій зберігаються харчові продукти, можна досягнути значного зниження активності мікроорганізмів. Гальмування розвитку облигатних аеробних мікроорганізмів, таких як плісені, може бути досягнуте в повністю анаеробних умовах. Але відомо, що деякі плісені переносять дуже низький парціальний тиск кисню.

В літературі і практиці відмічена тенденція до зростання використання атмосфери контролюємого і модифікованого газового складу для зберігання якості харчових продуктів при їх транспортуванні і зберіганні. Згідно законодавства, допускається зберігання харчових продуктів в атмосфері азоту та вуглекислого газу.

Азот по відношенню до м'яса є інертним, нереакційноспроможним газом, не має вираженого смаку і запаху. При дозріванні м'яса, упакованого під вакуумом, введення азоту служить для зниження вакууму і запобігання втрат, які викликаються витіканням соку. Для умов дозрівання м'яса в плівці достатньо введення 5% азоту (зниження ступеня вакуумування на 5%), при цьому потрібно використовувати плівки з дуже обмеженою проникністю для азоту.

Застосування атмосфери, яка містить 99% азоту при температурі 0°C, сприяє подовженню терміну зберігання охолодженого м'яса до 20 діб. При цьому забезпечується збереження кольору м'яса та загальмовується розвиток аеробної психрофільної мікрофлори.

При зберіганні та перевезенні м'яса з системою охолодження рідким азотом значно знижується усушка у порівнянні з традиційними способами зберігання та перевезення.

Вуглекислий газ при низьких позитивних температурах пригнічує або повністю припиняє життєдіяльність мікроорганізмів. Він зупиняє розвиток плісень, а також гнилісних мікроорганізмів і бактерій *Achromobacter* і *Pseudomonas*, які частіше за все викликають ослизнення м'яса, дуже сильно пригнічує паратифозні бактерії. Ріст плісень уповільнюється при 10% концентрації CO₂, а при 20% зупиняється.

Сутність пригнічувальної дії CO₂ на мікроорганізми полягає не тільки у зменшенні кількості кисню у газоповітряному середовищі, але і в специфічній дії CO₂ на бактерії, які викликають псування м'яса. CO₂ здійснює вибірку дію на різні мікроорганізми, ефективність його впливу на мікроорганізми зростає зі зниженням температури. Вуглекислий газ володіє високою

розчинністю, яка зростає зі зниженням температури, і добре проникає через оболонки тваринного походження. Жири, білки і вода м'яса добре поглинають CO₂, тому у відносно короткий термін концентрація CO₂ збільшується до такого ступеня, який достатній для пригнічення росту мікроорганізмів не тільки на поверхні, а й в глибині тканин. У зв'язку з високою розчинністю вуглекислого газу в жирі зменшується вміст в ньому кисню і уповільнюються процеси окислення і гідролізу жиру. Після закінчення зберігання CO₂ швидко десорбується та первісні властивості м'язової тканини відновлюються.

Метод вуглекислотного зберігання має деякі недоліки. При концентрації CO₂ вище 20% відбувається незворотнє потемніння кольору м'яса внаслідок утворення карбгемоглобіну та карбміоглобіну. Яловичий жир також втрачає своє природне забарвлення. Для вуглекислотного зберігання м'яса потрібні камери спеціальної конструкції.

Для пригнічення розмноження деяких мікроорганізмів необхідно використовувати вуглекислий газ у високих концентраціях (до 30...40%), що негативно впливає на обслуговуючий персонал.

При зберіганні м'яса при температурі 0 – 2°C слизовий шар на поверхні з'являється при зберіганні в повітрі, а також суміші повітря 10% і 40% CO₂ після 12, 33 і 82 діб відповідно. Встановлено, що при концентрації 10 – 30% інгібуюча дія вуглекислого газу практично однакова. Органолептичні показники якості м'яса при цих умовах також майже не відрізнялись.

Широко використовувані пакувальні плівки більш проникливі для CO₂, ніж для азоту. Тривалість зберігання м'яса та м'ясних продуктів при температурі 0–4°C в газовому середовищі, склад якого: O₂ – 3%, CO₂ – 30%, CO – 1%, решта – азот до забезпечення 100%, збільшується в 3–≥4 рази.

Використання **озону** не виправдало себе за таких причин:

- використання озону в високих концентраціях хоча і виявилось ефективним для боротьби з пліснявими грибками, але не може бути використане на виробництві через шкідливу дію на дихальні шляхи робочого персоналу;

· малі концентрації не токсичні, але вони не виявили помітної дії на плісняві грибки, хоча несприятливий вплив на м'ясо відчувався дуже сильно неприємний запах, металевий присмак.

З метою зниження бактеріального обсіменіння м'яса був запропонований спосіб обробки двоокису хлору. Цей метод дає більш позитивний ефект порівняно з обробкою хлором, який викликає відбілювання пігментів і утворення небажаного запаху м'яса.

Обробка аміаком. Для збільшення термінів зберігання м'яса в повітряному середовищі існує метод обробки м'яса аміаком до $\text{pH} \geq 9$ в поверхневому шарі і зберігати при температурі 4–20°C. Для обробки використовують пари аміаку або аміачну воду. М'ясо зберігається в повітряному середовищі двадцять і більше діб.

Використання аміачно-сольового розчину, який складається із насиченого розчину повареної солі та 1% аміаку, приводить до подовженого терміну зберігання яловичини. Аміачно-сольова обробка виявляє бактерицидно-бактеріостатичний вплив на поверхневу мікрофлору м'яса і дозволяє подовжити термін зберігання м'яса при температурі 10–16°C і відносній вологості 80–85% від трьох до десяти діб.

Питання впливу контролюємих газових середовищ різного складу на зростання і розвиток мікрофлори в м'ясі в багатьох відносинах лишається відкритим і потребує широких експериментальних досліджень.

9.5. Використання ультрафіолетового, іонізуючого та інфрачервоного випромінювання при консервуванні. Використання струму високої і надвисокої частоти

Одним із перспективних способів зниження кількості мікроорганізмів в холодильних камерах і на поверхні м'ясних туш є ультрафіолетове опромінення (УФ).

Ультрафіолетове опромінення, що охоплює область електромагнітних коливань з довжиною хвиль 136 – 4000 Å, має велику енергію і тому виявляє сильну хімічну і біологічну дію. В залежності від довжини хвилі дія різних ділянок ультрафіолетового спектра неоднакова. Область променів з довжиною хвиль від 4000 до 3300 Å є хімічно активною. Зона в межах 3300 – 2000 Å є біологічно активною, сприяє синтезу в організмі вітаміну А і виявляє антирахітичну дію. Найбільшою дією на бактерії, що пригнічують їх життєдіяльність і приводять живі клітини до загибелі мають промені з довжиною хвиль від 2950 до 2000 Å. Дана область ультрафіолетових променів називається бактерицидною. Максимум бактерицидної дії виявляють промені з довжиною хвилі біля 2600 Å. За променями з довжиною хвилі 2000 Å лежить маловивчена озонуюча область спектра.

УФ промені мають бактерицидні і фунгіцидні властивості. Але їх застосування не позбавлене труднощів: необхідне спеціалізоване обладнання і джерело струму, а також м'ясо чорніє з тієї сторони, яка повернена до УФ світла, і потребує зачистки; тіньова ж сторона бактерицидній дії підлягає мало.

Встановлено, що вплив УФП на різні види мікроорганізмів неоднаковий: *Bac.coli* менш стійкі, ніж *Bac.Subtilis*, а останні поступаються *Bac.Achromobacter*. Неспорові бактерії скоріше гинуть під дією УФП, ніж спорові. Старі за віком бактеріальні культури більш стійкі до опромінення, ніж молоді.

Загибель мікроорганізмів залежить від часу дії ультрафіолетових променів. Чим він довший, тим швидше гинуть мікроби. Смертельна доза опромінення може бути досягнута одноразовим опроміненням, або багаторазовим, рівним за тривалістю одноразовому, тому що дія УФ променів носить кумулятивний характер.

Ультрафіолетове опромінення в поєднанні з низькими позитивними температурами має найбільший ефект. В цьому випадку несприятливі для

розвитку мікроорганізмів температурні умови роблять їх більш сприятливими до пагубної дії УФП.

Рекомендується наступні умови обробки охолодженого м'яса УФ променями: температура повітря 2–8°C, відносна вологість 85–95%, безперервна циркуляція повітря зі швидкістю 2 м/хв. Терміни зберігання охолодженого м'яса при обробці УФ променями подовжується у 2 рази.

Однак обробка м'яса і м'ясних продуктів УФ променями має і свої недоліки. Ультрафіолетові промені проникають на глибину, яка дорівнює долям міліметра, і знешкоджують тільки поверхневі шари продукту; в нерівності, щілини, складки УФ промені не проникають, тому спори і клітини на цій поверхні захищені від їх впливу. Не піддаються впливу УФ променів мікроорганізми, які знаходяться в глибинних шарах продукту. Недостатньо ефективне знешкодження великих колоній, тому що значна частина клітин продовжує розвиватись, особливо після припинення опромінення. УФ промені руйнують деякі вітаміни (В₆), сприяють частковій денатурації білків. В зв'язку із зміною міоглобіну (Mb) і гемоглобіну (Hb), а також переходом оксиміоглобіну (MbO) в метміоглобін (MetMb) поверхня м'яса темнішає. В результаті утворення озону значно інтенсифікуються окисні процеси в жирах. Надто важко добитись рівномірного опромінення туш; на м'ясній туші неминуча наявність затінених ділянок. Крім того, УФ промені шкідливо впливають на очі та шкіру людини, тому при їх використанні треба застосовувати відповідні засоби захисту. Необхідно застосовувати екранування ламп або розміщувати їх на відстані не менше 1,5–2,0 м від робочого місця. Поверхню стін, стелі рекомендується покривати фарбою з низькою відбивною здатністю.

Одним із перспективних видів консервування харчових продуктів, які дозволяють створити безперервну поточну переробку м'яса і м'ясопродуктів і зберегти їх харчову цінність та якість, є іонізуюче опромінення.

Іонізуюче опромінення можна отримати двома способами: механічним, використовуючи рентгенівські апарати, в яких розігнані до великих

швидкостей електрони вдаряються в металеву ціль генеруючи при гальмуванні електромагнітні опромінення з довжиною хвиль порядку $0,5 \text{ \AA}$.

З цією ж метою можуть бути використані апарати для отримання потоку прискорених електронів; шляхом радіоактивного розпаду різних ізотопів типу ^{60}Co , ^{137}Cs та ін. Як відомо, при радіоактивному розпаді, утворюються потоки елементарних частин, які називаються α -променями (позитивно заряджені ядра гелію) і β -променями (потік електронів або позитронів), а також виникають електромагнітні коливання високої частоти, які називаються ϕ -променями. Довжина хвилі γ -променів радіоактивного кобальта біля $0,01 \text{ \AA}$, тому можна рахувати, що природа цього опромінення схожа з природою χ -променів Рентгена. Саме ці два вида променів – рентгенівські і гама-промені – роблять іонізуючу дію. α - і β -промені мають невелику проникливу здатність і їх вплив на матеріали, які опромінюються, незначний.

Ефект іонізації полягає в тому, що при дії γ -квантів атом або молекула втрачає електрон, отже, свою електронейтральність, і стає позитивно зарядженим іоном. Електрон, який відірвався, і є носієм негативного заряду, приєднавшись до другого атома або молекули, утворює негативний іон.

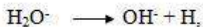
Хімічні перетворення, які виникають при цьому в харчових продуктах, а також в живих організмах, представленні слідуочим чином:

А) Іонізується молекула води:



Б) Утворені іони H_2O^\cdot та H_2O^+ дуже нестійкі, розпадаються з утворенням

вільних радикалів:



В) Утворені вільні радикали H^\cdot і OH^\cdot мають високу хімічну активність, нестійкі та існують 10^{-5} – 10^{-6} с. Однак за цей короткий час за їх допомоги утворюються сильні окисники, які можуть втручатись в хімічну природу речовин, які опромінюються.

При певному дозуванні іонізуючих опроміненень можна пригнічувати життєдіяльність мікроорганізмів або зовсім їх знищити. На цьому методі консервування харчових продуктів базуються два способи, які називаються радуризацією і радапєртизацією.

При радуризації, яка проводиться дозами $(250-800) \cdot 10^3$ рад, мікроорганізми знищуються частково, в результаті чого плоди, овочі, м'ясо і риба можуть зберігатися в свіжому вигляді довше, ніж без радіаційної обробки. Наприклад, термін зберігання м'яса в холодильнику після радуризації можливо подовжити на кілька місяців.

Радапєртизація, або радіаційна стерилізація, призначена для знищення мікроорганізмів в тій мірі, в якій це практикується при теплової стерилізації, яка дає змогу отримати консерви. Однак, при цьому потрібні дуже великі дози іонізуючих опроміненень, порядку $(1,5-2) \cdot 10^7$ рад, або мікроорганізми, особливо спори анаєробів, дуже стійкі до радіаційного фактора. Для знищення збудників ботулізму потрібні дози порядку $(4-5) \cdot 10^7$ рад. Але такі великі дози приводять до появи сторонніх запахів і присмаків в продукті, розладу харчових речовин, утворенню токсичних сполук, тому для обробки харчових продуктів вони недоступні. Межі дози не повинні перевищувати (в 10^3 рад): при опроміненні яловичини – 700, баранини – 300, риби – 300 – 500 і т.д. Для радіаційної інактивації ферментів потрібні більші дози, порядку 10^7 рад, тобто значно більші дози для мікроорганізмів.

Характерною особливістю дії іонізуючого опромінення, рентгенівських та гама-променів є різниця в дозах, які потрібні для припинення життєдіяльності 50% і 100% мікроорганізмів. Якщо в першому випадку потрібно декілька сотень Дж/кг, то в другому – необхідна доза складає від $1,5 \cdot 10^4$ до $5,0 \cdot 10^4$ Дж/кг. З величиною та потужністю дози випромінювання пов'язано руйнування вітамінів харчових продуктів. Встановлено, що вітамін Е найбільш чутливий до опромінення, потім в порядку зменшення чутливості: каротин (провітамін А), вітамін А, D, К. Спосіб подовження терміну зберігання м'яса і м'ясних продуктів опромінення має ряд переваг, тому що

дозволяє створити запаси продуктів на певний час, виключити великі витрати на холодильні і морозильні установки. Для запобігання змін якості продуктів опромінення необхідно проводити в кисненепроникливих упаковках при якомога більш низьких температурах (від -20 до -40°C).

Для запобігання небажаних змін в харчових продуктах під дією іонізуючих промінів існують багато засобів: попередня (до опромінення) теплова обробка харчових продуктів для інактивації ферментів, попереднє заморожування продуктів для перетворення значної частини рідини в лід і зменшення в продукті аскорбінової кислоти для захисту харчових речовин від надлишкового окислення і т.д.

Одним із перспективних фізичних методів обробки харчових продуктів є інфрачервоне (ІЧ) опромінення. Застосування цього методу нагрівання дозволяє значно інтенсифікувати процеси теплової обробки, підвищити якість готової продукції, знизити питомі витрати енергії, покращити санітарно-гігієнічні умови роботи, зменшити габарити апаратури, механізувати і автоматизувати процеси. ІЧ випромінювання може застосовуватись в м'ясній, молочній, рибній промисловості для нагріву продуктів, пастеризації, сушки, електрокопчення, дезинфекції, для стимулювання хімічних реакцій.

Особливо широке застосування ІЧ випромінювання знайшло при пастеризації рідинних харчових продуктів. ІЧ випромінювання проникає продукт на порівняно невелику глибину (порядка декількох міліметрів), тому можна вважати, що ІЧ нагрівання є проміжним між поверхневим та об'ємним. Його перевага порівняно з посереднім нагріванням заключається в відсутності контакту нагрітої стінки з пастеризуємим продуктом, який веде до перепастеризації продукту. Завдяки більш рівномірному ІЧ нагріванню якість продукту після пастеризації цим методом вища, ніж при безпосередньому нагріванні. В той же час ІЧ нагрівання поступається нагріванню, яке протікає по всьому об'єму, яке має місце при електродному нагріванні в пастеризаторах Н4, або при діелектричному нагріванні в пастеризаторах В4 та НВ4. Тому необхідно, щоб в пастеризаторі ІЧ нагрівання шар продукту, який піддається

нагріванню, був невеликим і при цьому була забезпечена добра перемішувальність продукту.

Аналіз властивостей і галузей застосування лазерного випромінювання дозволяє припустити можливість більш широкого його використання в технологічних процесах харчової промисловості. Вивчення та аналіз основних типів лазерів, їх енергетичних просторово-часових і спектральних характеристик, дії лазерного випромінювання на різні матеріали, а також попередньо проведені дослідження по обробці харчових продуктів із використанням лазерного випромінювання різного діапазону довжин хвиль показали, що при обробці овочів, фруктів, хлібобулочних виробів, м'ясних, рибних продуктів, круп і так далі, можна використовувати газові технологічні лазери, які генерують випромінювання в ІЧ-ділянках спектра.

Розроблені високоінтенсивні електрофізичні методи, які дозволяють повному проводити деякі технологічні процеси в харчовій промисловості. Однак, ряд авторів вказує на відсутність доказів безпеки запропонованих способів, а також вельми обмежену наявність опромінювальних установок. Необхідно пам'ятати, що застосування даних методів може призвести до хімічних змін білків, вуглеводів, ліпідів та інших компонентів харчової сировини і тим самим вплинути на харчову та біологічну цінність готової продукції, а також може призвести до утворення сполук, які представляють потенційну небезпеку для здоров'я людини. Ліквідувати небажані зміни в повній мірі поки що не вдалось, тому при використанні нових технологічних засобів в кожному конкретному випадку необхідні медико-біологічні дослідження.

Використання електричного змінного струму високої (ВЧ) і надвисокої частоти (НВЧ) являє собою один з варіантів теплової стерилізації харчових продуктів. Оскільки поглинання електричної енергії відбувається одночасно всім об'ємом продукту, продукт нагрівається швидко і не від периферії до центру, як в звичайних способах передавання тепла, а одночасно і рівномірно по всьому об'єму. Нагрів продукту в полі ВЧ відбувається приблизно за 1,5–2

хв. При використанні ВЧ-нагріву для стерилізації консервів використовується радіочастотний діапазон електромагнітних хвиль порядку 20–30 МГц. При цьому консервну банку кладуть між двома металевими пластинами, відіграючи роль конденсатора в електричному коливальному контурі лампового генератора високої частоти.

Короткочасне ефективне нагрівання дає змогу отримати консерви високої якості, особливо в тих випадках, коли при звичайній стерилізації якість погіршується через розварювання сировини.

Більш ефективним методом є надвисокочастотне нагрівання. Використання мікрохвильової енергії частотою 2400 МГц дає змогу здійснити безперервний процес стерилізації на конвеєрі в робочій камері, куди електрична енергія, яка генерується магнетронами з обертаючим магнітним полем, надходить без необхідності стискати продукт між обкладками конденсатора. При НВЧ-обробці фізичні якості продукту, розміри банки та інші характеристики матеріалу, який обробляється, мало віддзеркалюються на режимі роботи генератора мікрохвильової енергії. Однак, слід відмітити, що впровадження процесів ВЧ- і НВЧ-обробки в практику консервування лімітується складністю обладнання, відносною дороговизною процесу, складністю контролю температурного режиму в банці під час обробки, тощо.

9.6. Теплова стерилізація. Використання речовин, що подовжують термін зберігання продуктів

Теплова стерилізація – обробка продукту високою температурою – призводить до загибелі мікробних клітин в результаті незворотних змін в протоплазмі, білки якої коагулюють, що призводить до розриву цитоплазменної оболонки. Інактивуються при тепловій обробці і ферменти, які зберігаються в продукті до початку стерилізації. Таким чином, збудники псування, що знаходяться всередині консервних банок, при тепловій обробці

знищуються, а які знаходяться в навколишньому середовищі за рахунок герметичності тари всередину потрапити не можуть. Тому законсервовані таким способом харчові продукти можуть зберігатись протягом багатьох років.

Метод консервування тепловою стерилізацією є основним в промисловості і найбільш надійним серед всіх методів зберігання харчових продуктів. На ньому базується спеціалізована галузь харчової промисловості – консервна. Готові консерви можуть зберігатись в звичайних сховищах і перевозитись в звичайних залізничних вагонах і на автомашинах. В цьому – велика перевага стерилізації перед зберіганням в регулюючому газовому середовищі, охолодженням і заморожуванням.

Принцип абіозу в цьому методі використовується як у відношенні мікроорганізмів, так і у відношенні сировини, яка консервується. Клітинна проникливість рослинної тканини, характерна для тканини, яка загинула, досягається при температурі 60 – 70°C за кілька хвилин, а при більш низьких температурах (50 і навіть 40°C) за рахунок подовження часу нагріву.

Одним із підходів при вирішенні питання збільшення терміну зберігання м'яса та м'ясопродуктів є використання антисептиків, хімічних речовин, які пригнічують розвиток або викликають загибель мікроорганізмів. Цей метод відрізняється від інших простотою здійснення, економічністю, ефективною дією на мікроорганізми і дозволяє розширити сировинну базу продуктів, які готуються про запас.

Проникаючи в клітину мікроба, ці речовини вступають у взаємодію з білками протоплазми, паралізуючи при цьому її життєві функції і приводячи мікробну клітину до загибелі. Існують антисептики, які можуть негативно впливати на організм людини, наприклад: формалін, фтористоводнева кислота і її солі, уротропін, саліцилова і борна кислоти, квасці, тощо, тому їх використовують з великою обережністю і в мінімально необхідних дозах.

Хімічні консерванти – це хімічні речовини, які використовуються для гальмування або запобігання небажаних змін харчових і технічних продуктів

біологічного походження, які викликаються мікроорганізмами-бактеріями, пліснями, дріжджами.

Консерванти збільшують термін зберігання готових продуктів і сировини, запобігають псуванню сировини в процесі технологічної переробки; використовуються в дуже невеликих концентраціях, нешкідливих для вищих організмів і людини, тому що, будучи токсичними для мікроорганізмів, вони являються шкідливими для людини і тварини.

До числа хімічних консервантів, які найбільш широко використовуються в харчовій промисловості як протимікробні засоби, відносяться кухонна сіль, нітрит натрію, цукри, хлористий кальцій, бензоати (бензоат натрію), сорбати (сорбінова кислота або сорбат калію), пропіонати (пропіонат натрію або кальцію), оцтова, молочна, лимонна, аскорбінова та інші кислоти і їх солі.

При виборі консерванту враховують його концентрацію, тривалість дії, можливість одночасної поразки більшої кількості мікроорганізмів. Щоб створити консерванти з розширеним "спектром дії" необхідно знати причини відмирання мікроорганізмів під дією того чи іншого консерванту.

Оскільки псування харчових продуктів обумовлене великою кількістю видів мікроорганізмів, а більшість консервантів специфічно діє на окремі види мікроорганізмів, то створення комбінованих консервантів надає визначні переваги. Адитивна дія двох речовин можлива за рахунок того, що одна із речовин, діючи на оболонку клітини, полегшує проникнення в клітину другої, або один із консервантів знижує рН середовища.

Гнітюча дія харчових кислот, зокрема, на кишкову паличку і протей проявляється у концентраціях вище 0,01%. За ефективністю дії на бактерії кислоти можна розташувати у наступній послідовності: оцтова > лимонна > молочна. За відношенням до термофілів найбільш бактерицидна лимонна кислота.

Молочну кислоту використовують для поверхневої обробки цілих або окремих туш. 2% водний розчин молочної кислоти в вигляді спрею або рідини для промивання дає 1–3 логарифмічних скорочень числа сальмонел. При

виробництві м'ясних продуктів використання молочної кислоти неефективно, так як вона дає змогу зменшити рН, за рахунок чого зменшується вологозв'язуюча здатність білків. Тому при виробництві м'ясних виробів використовують солі молочної кислоти.

У деяких країнах рекомендують у якості консерванту використовувати бензойну кислоту або її сіль – бензоат натрію, яка добре розчинна у воді.

З метою пригнічення розвитку плісень застосовують поверхневу обробку м'ясопродуктів 2,5% розчином сорбату калію, 3,5% розчином пропілпараоксибензоату, 0,0075% розчином динатрієвої солі тетраацтової кислоти (ЕДТА) або 0,3–0,4% розчином пропіанату кальцію і натрію.

Крім основної і вторинної м'ясної сировини, білоквісних домішок і білкових препаратів в виробництві м'ясних продуктів використовують і інші інгредієнти неорганічного походження, кожен з яких виконує певну технологічну функцію.

1. Хлорид натрію (поварена сіль) – використовується як смакоформуюча речовина, інгібує окислення жирів, володіє бактеріостатичною дією на мікрофлору; є білокрозчинним реагентом по відношенню до міофібрілярних білків, що має важливе значення в процесі виробництва м'ясних емульсій. Це основний інгредієнт, який використовується при солінні, застосовується як:

- смакоформуюча речовина;
- інгібітор окислення;
- бактеріостатик;
- білокрозчинний реагент.

Залежно від концентрації проявляє бактеріостатичну або бактерицидну дію. Стійкість мікроорганізмів до цієї сполуки може коливатися в широких межах її концентрацій, і тому бактерії, які здатні розвиватися при високому або низькому вмісті NaCl, називають відповідно галофільними і солетолерантними.

Сутність дії повареної солі на мікроорганізми до кінця не вивчена, але більшість експериментаторів вважає, що NaCl здійснює в основному

бактеріостатичний ефект. Можна вважати, що сіль створює високий осмотичний тиск, викликаючи зневоднення і плазмоліз клітин мікробів; обмежує розчинення кисню, тим самим перешкоджаючи розвитку аеробних мікроорганізмів; підвищує чутливість мікроорганізмів до вуглекислого газу; інактивує більшість тканинних ферментів або затримує вплив протеолітичних ферментів мікроорганізмів на білки, в результаті яких спостерігається їх розпад і розкладання.

Оскільки перераховані способи впливу NaCl на мікробну клітину можуть виявитися недостатніми, можливі якісь інші механізми. Наприклад, відомо, що ряд солей – Na₂SO₄, MgSO₄, MgCl₂ – володіють більш вираженою зневоднюючою дією, чим NaCl, але не здійснює ні бактерицидного, ані бактеріостатичного ефекту.

Основні кількісні зміни мікроорганізмів при дозріванні м'ясного фаршу в посолі проходять в перші 12 год, при цьому загальна кількість бактерій знижується в 2,5 рази, а молочнокисла флора зростає приблизно вдвічі. Мікрофлора фаршу представлена коками, неспоруютворюючими і споруотворюючими аеробними мезофільними мікроорганізмами.

Найбільш високою чутливістю, до підвищення концентрації повареної солі володіють бактерії групи кишкової палички. При концентрації NaCl 20–25% життєдіяльність мікробів повністю припиняється, хоча *Torula alfa*, *Torula rosea* та інші зберігають властивість розвиватися навіть в насиченому розчині NaCl. Культури *E. Coli* і *Staph.aureus* життєдіяльні протягом 380 днів в присутності 4 і 8% розчинів NaCl.

Інгібуюча дія кухонної солі залежить від рН середовища, температури і інших факторів. Для затримки росту плісені при 0°C достатньо концентрації NaCl 8%, а при 20°C концентрацію солі необхідно збільшити до 12%. Розвиток дріжджів в солених продуктах подавляється в кислому середовищі при 14% NaCl, в нейтральній – тільки при 20%.

Потрібно враховувати, що сіль сама може містити 100 – 200 тис. мікробних тіл в 1 год. Тому в ряді випадків при використанні NaCl в якості

консерванту використовують або стерильну поварену сіль, або комбінацію її з іншими хімічними сполуками, наприклад, нітрити і нітрати.

2. Цукор – застосовують для покращення смаку (пом'якшення солоності) м'ясних виробів, як синергіст окислювально-відновлювальних реакцій в процесі кольоруутворювання м'яса, а також підтримує життєдіяльність молочнокислої мікрофлори в якості живильного середовища в технологіях м'ясних виробів з подовженим циклом посолу і дозрівання. Тобто:

- покращення смаку;
- консервуюча дія;
- стабілізація забарвлення;
- підтримка діяльності молочнокислої мікрофлори.

3. Нітрит натрію – використовується в вигляді розчинів (з концентрацією не більше 2,5%, в шприцювальних розсолах концентрація складає 0,02 – 0,1%. Цей компонент застосовується для:

- формування і стабілізації рожево-червоного кольору м'яса;
- проявляє антиокислюючу дію до ліпідів;
- учасник реакцій утворення смакоароматичних речовин;
- володіє вираженою інгібіруючою дією на розвиток ботулінуса і токсигенні плісняві гриби.

Продукти із м'яса, посоленого в присутності нітриту, мають хороший товарний вигляд, специфічні органолептичні характеристики, є мікробіологічно стійкими. Дослідження показали виразне придушення росту мікрофлори при посолі м'яса 15% і 26% розчинами NaCl, які містять 0,1 г/л NaNO₃, 0,05 г/л NaNO₂, 0,05 г/л аскорбінової кислоти і 0,05 г/л пропілгаллата. Розчини, які містять суміші NaCl з NaNO₃ і NaCl з NaNO₂, інгібують розвиток *E. Coli* і *Staph.faecalis* та інші мікроорганізми, які зустрічаються на м'ясі.

Встановлено, що при рН м'яса нижче 7,0 і вмісту в розсолі 0,02% нітрита і більше 3% NaCl затримується ріст мікроорганізмів родів *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *C.botulinum*, *C.sporogenes*.

Введення нітриту в м'ясо інгібує процеси проростання спор *C.botulinum* в клітині і ділення клітин, внаслідок чого вони втрачають властиві їм функції. Значення цього факту важко переоцінити, оскільки ця бактерія утворює токсин, який викликає порушення діяльності нервової системи, які нерідко призводять до летального наслідку.

Використання нітритів та нітратів регламентуються органами охорони здоров'я і ряду країн. Тому в останні роки запропоновані численні замітники нітриту, які відрізняються меншою токсичністю. Становить інтерес спроба використовувати для цієї мети комплексну сполуку $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_2\text{NO}_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$. Дослідним шляхом встановлено, що запропонований комплекс забезпечує швидке почервоніння фаршу без перехідної сірої фази, яка спостерігається в контролі з нітринопосолочною сумішшю, що обумовлює, ймовірно, швидкою реакцією NO з міоглобіном.

4. Харчові кислоти та їх солі. При обробці м'яса кислотами відмічається не тільки зміна активної кислотності, але і прямий хімічний вплив на мікроорганізми.

Із органічних кислот найчастіше всіх використовують:

Оцтову кислоту (CH_3COOH) або її солі, застосовується як компонент маринаду і як консервант. Японські дослідники встановили, що при обробці м'яса тварин водним розчином, який містить 0,5 – 6% ацетату натрію, воно зберігає свою свіжість в 3...4 рази довше, чим контрольні зразки.

У Франції відомий спосіб консервування м'яса, який заснований на короткочасному зануренні його в розчин, який має рН 2–5 і містить 8% оцтової кислоти і антиоксиданту – сіль лужноземельного або лужного металу, наприклад фосфат кальцію.

Відомо, що при обробці м'яса і м'ясних продуктів водним розчином, який вміщує 0,5–3% оцтової кислоти, продукти зберігають свою свіжість в 3–4 рази довше, ніж необроблені зразки. Схожі результати одержані японськими вченими при обробці м'яса і м'ясних продуктів розчином оцтової кислоти в пропіленгликолі і при використанні стерилізуючої композиції на основі

суміші оцтової, молочної, винної, лимонної, глюконової, бурштинової, соляної і фосфорної кислот. При зануренні в цей розчин або його розпиленні по поверхні м'яса і батонів ковбас швидко відмирають грампозитивні і грамнегативні мікроорганізми.

Існує думка, що обробка м'яса розчинами оцтової або молочної кислот в концентраціях 0,05–0,25 М приводить до деякого покращення ніжності м'яса.

Молочна кислота – одноосновна оксикарбонова кислота, використовується в вигляді розчину, або натрієвої солі з нейтральним рН з метою стабілізації властивостей готової продукції при зберіганні; пригнічення розвитку патогенних мікроорганізмів, регулювання рівня вологості, з'язувальної здатності сировини, інтенсифікація процесу забарвлення.

Останнім часом за кордоном при виробництві м'ясопродуктів широко використовують препарати, отримані на основі органічних кислот. Їх дія заснована на гальмуванні молочною кислотою зростання мікроорганізмів, покращення смаку і часткового зниження величини рН готового продукту, що сприяє збільшенню терміну зберігання м'ясних виробів і стабілізації їх кольору, смаку і запаху.

Вчені відмічають, що використання молочної кислоти допустимо, тому що це натуральний продукт, вона не токсична, утворюється в м'ясних продуктах в результаті ферментації. Знезаражувальна здатність молочної кислоти залежить від концентрації, тривалості обробки, температури, прикріплення мікроорганізмів до поверхні і методів знезараження (обприскування або занурення). Молочна кислота гальмує розвиток бактерій, особливо *Enterobacteriaceae*. В інших дослідженнях встановлено, що знезаражування молочною кислотою приводить до зрушення мікрофлори до грампозитивних мікроорганізмів, забезпечує захист проти можливих ентеропатогенних грамнегативних мікроорганізмів.

Інгібіруючий ефект молочної кислоти пов'язаний не тільки з дією недисоційованої молекули кислоти, як у випадку з оцтовою кислотою, але із зниженням рН яке викликане додаванням до середовища молочної кислоти.

Вивчена ефективність антимікробної обробки тушок курчат 1, 2, 5% розчинами молочної кислоти на різних стадіях технологічного виробництва. Перед обробкою показник рН шкіри тушок птиці складав 7,2–7,5, після занурення в розчин молочної кислоти він зменшився на 3–4 одиниці. Найбільш виражений бактерицидний ефект у відношенні мезофільної і психрофільної мікрофлори відмічений після патрошіння і найменш виражений – після заморожування. При зберіганні тушок курчат при 273 К критичні рівні загального обсіменіння в контрольних пробах досягали на 10 – 11 добу, в експериментальних – не раніше 22 доби. Встановлено, що обробка тушок птиці 1–2% молочною кислотою (рН=2,0) перед заморожуванням, збільшує строки їх зберігання.

Інші дослідники вважають, що обробка тушок птиці в парному стані водним розчином, який містить, у %: 2,0 оцтової кислоти; 1,0 молочної; 0,25 лимонної і 0,1 аскорбінової кислот, особливо ефективна при знешкодженні мікроорганізмів *Enterobacteriaceae* – коліформних бактерій. При температурі від 280 К до 283 К термін їх зберігання порівняно з контрольними зразками помітно збільшується.

Також науковці пропонують спосіб обробки тушок птиці розчинами, які містять оцтову кислоту в поєднанні з однією чи декількома кислотами такого ряду: молочної, лимонної, аскорбінової. Розчини наносять на тушки розпилюванням.

При виробництві м'ясних продуктів використовували солі молочної кислоти лактат натрію – натуральний інгредієнт, який не має запаху і ярко вираженого смаку. L-лактат натрію застосовують при виробництві варених ковбас, сосисок, напівфабрикатів, шинок, делікатесів для забезпечення мікробіологічної стабільності та збільшення термінів зберігання.

Аскорбінова кислота, ериторбінова кислота, аскорбінат і ериторбат натрію діють як сильні відновлювачі; прискорюють процес розвитку реакцій кольороутворення і стабілізують колір м'ясопродуктів. Сутність дії аскорбінової кислоти подвійна: аскорбінова кислота і аскорбінат натрію

одночасно з регулюванням ходу кольороутворення гальмують реакції пероксидного окислення і запобігають утворенню в організмі алкіліруючих мутагенів типу нітрозозамінів із нітритів. Таким чином, застосування аскорбінової кислоти дає змогу отримати продукцію з підвищеною екологічною безпекою.

Аскорбінова кислота проявила антиокислюючі властивості на різних жирах, жирових емульсіях, сухому молоці. Дослідниками встановлена антиокислююча активність аскорбінової кислоти у порівнянні з іншими інгредієнтами при зберіганні вершкового масла. Встановлено, що вона в більшій мірі затримує автоокислення олій, ніж природні антиокислювачі. При дослідженні впливу аскорбінової кислоти (0,025%) на соняшниковій олії виявлено, що вона підвищує стабільність її до окислення в 1,9 рази. Результати проведених досліджень реакцій обміну радикалами між самоокислюючими поліненасиченими ліпідами і аскорбіновою кислотою дозволили встановити механізм обміну радикалів і обривання молекулярного ланцюга антиокислювачами. Це може бути використано для інгібування поліненасичених ліпідів. Аскорбінову кислоту в основному використовують з іншими добавками. Наприклад, вона виявляє високу антиокислювальну активність з β -токоферолом, вітаміном Р, а також багатьма видами лікарсько-технічної сировини та її екстрактами. Також встановлено помітний синергетичний ефект аскорбінової кислоти з антиоксидантами різних класів і походжень.

Крім досліджень чистої аскорбінової кислоти значний обсяг матеріалів пов'язаний з вивченням антиокислювальних властивостей її ефірів. Аскорбат натрію використовується при виробництві ковбас та інших м'ясних продуктів. Він дозволений в усіх країнах світу. Аскорбілпальмітат (0,005%) підвищив стабільність олії соняшникової до окислення в 1,7 рази. Аскорбілстеарат (Е 305) не дозволений для використання в Україні.

Оптимальна кількість аскорбінової кислоти її похідних – 0,02 – 0,05% до маси сировини. Солі – на 0,01 – 0,02% більше чим кислот (сіль краще ніж

кислота, оскільки реакція між кислотами і нітритом дуже швидко відбувається, і при цьому можлива втрата оксидів азоту).

Приготовлений розсіл з ериторбатом можна зберігати не більше 48 годин при $t=4-6^{\circ}\text{C}$ (перетворює весь нітрит в окис азоту і відновлює (який є в м'ясі) метміоглобін). Аскорбінова кислота легко взаємодіє з киснем повітря і тим самим захищає пігменти м'яса від окислення, стабілізуючи забарвлення.

5. Хлорид кальцію (CaCl_2). Застосовують для структурування м'ясних систем, до складу яких входить стабілізована плазма. Він забезпечує прискорення процесу вторинного структуроутворення фаршу, ущільнює консистенцію, підвищує липкість. Його застосовують для:

- для активації діяльності катепсинів (тобто з метою прискорення процесу дозрівання м'ясної сировини);
- для дестабілізації стану кальцій-залежних білків та інтенсифікації ходу реструктурування;
- для надання бактеріостатичної дії;
- для покращення кольору у м'ясопродуктах.

CaCl_2 використовується в вигляді водних розчинів з концентрацією від 1,5 до 25% або до складу шприцювальних розсолів (НТД).

6. Харчові фосфати – суміші різноманітних солей фосфорної кислоти, які призначені для регулювання функціонально-технологічних властивостей м'ясних емульсій і діють як синергісти повареної солі.

До харчових фосфатів, які застосовуються при виробництві м'ясопродуктів, належать натрієві та калійні солі фосфорних кислот:

- орто- (моно-) фосфорної (H_3PO_4);
- піро- (ди-) фосфорної ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_4$);
- трифосфорної ($\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$);
- метафосфорної (HPO_3).

Найменш нешкідливим з фізіологічної точки зору є лінійні фосфорні сполуки.

7. Борна кислота H_3BO_3 або її натрієва сіль – бура – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ викликає достатньо консервуючу дію на продукти в концентрації 1,5%, але ця концентрація може викликати блювоту, пронос, подразнення нирки. В концентрації 0,3% борна кислота нешкідлива. Її використовують для консервування зернистої ікри, для якої така концентрація достатня.

8. Двоокис сірки (SO_2), бензойну кислоту або її натрієву сіль і сорбінову кислоту використовують для консервування плодів та ягід.

Найкращим з практичної точки зору антисептиком є двоокис сірки, хоча він не відповідає більшості вимогам, які пред'являються до антисептиків. Необхідна концентрація його – 0,15–1,2%, але навіть в такій концентрації він отруйний для людини і надає продукту неприємний запах і присмак.

Великою перевагою двоокису вуглецю являється можливість майже повністю видалити його з продукту перед використанням в їжу.

Двоокис сірки більш токсичний для плісені, бактерій, частково для дріжджів. Його редукуючі властивості сприяють збереженню вітаміну С. Інгібуюча дія SO_2 на мікроорганізми обумовлена його реакцією з альдо- і кетогрупами моносахаридів, внаслідок чого мікроорганізми втрачають можливість їх використати, а також редукуванням SH-груп, які знаходяться в протеїнах ферментів, які знаходяться в мікроорганізмах і відіграють важливу роль в їх метаболізмі.

9. Бензоат натрію ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$) – кристалічний порошок без запаху і смаку, який надає консервуючу дію в концентрації 0,1%.

Недолік даного антисептика: надає присмак бензоату, який не можливо видалити з продуктів.

Як антисептик використовують бензойну, сорбінову кислоти та їх солі. На бактерицидну дію бензойної кислоти впливає кислотність середовища. Вважається, що при $\text{pH}=3$ її дія на мікроорганізми в 10 разів менша, ніж при $\text{pH}=7$. Тому солі бензойної кислоти рекомендують для консервування кислотних продуктів.

10. Прянощі – продукт виключно рослинного походження. Їх використовують у харчовій промисловості для збільшення терміну зберігання, додавання продуктам приємного кольору, своєрідного присмаку, особливого характерного аромату.

До приправ належать інгредієнти, які додаються у м'ясні продукти з метою покращення або модифікації смаку і аромату готових виробів.

Антиоксиданти. Антиоксидантами вважають речовини, що подовжують термін зберігання продуктів харчування шляхом захисту їх від псування (наприклад, прогірклість жирів і зміна кольору), зумовленого окисленням. Найчастіше харчові продукти, що містять жир, зазнають окислюючого автокаталітичного прогіркнення або автоокислення. Воно починається з утворення вільних радикалів – активних частинок із вільними валентностями, тобто з неспареними електронами на зовнішній (валентній) орбіті.

Відома велика кількість сполук, які використовуються для попередження окислюючих процесів у жирах і жировмісних продуктах, серед них розрізняють антиоксиданти, або антиокислювачі, що гальмують процес окислення жиру, і синергісти, які підсилюють стабілізуючий ефект окремих антиокислювачів або їх сумішей. За своєю природою вони бувають природними або синтетичними. За останні роки більша увага приділяється природним антиоксидантам, які включають велику кількість сполук, Більшість з них знаходиться в доступній для засвоєння формі, підвищує харчову цінність продуктів, деякі володіють лікувальними властивостями. Тому в багатьох країнах світу в олієжировому виробництві намагаються використовувати натуральні антиоксиданти.

Значна кількість антиокислювачів міститься в різних рослинах, особливо сполук фенольної природи. Частина з них має лікувальні властивості. Феноли і поліфеноли, які знаходяться в плодах, овочах і чаї, знижують ризик виникнення ракових захворювань. Виявлено, що 2% розчин кверцетину і 4% розчин рутину пригнічують ріст пухлин.

Санітарними правилами і нормами по застосуванню харчових добавок передбачено, що введення антиоксидантів у жири допускається тільки при виробництві харчових жирів, призначених для тривалого зберігання (більше 3 місяців). Антиоксиданти слід вводити у високоякісні свіжі жири.

В одному продукті може використовуватись тільки один антиоксидант, не беручи до уваги синергістів.

В Україні без обмежень дозволені такі антиоксиданти і синергісти: аскорбінова кислота (E 300), аскорбат натрію (E 301), концентрат суміші токоферолів (E 306), α -токоферол (E 307), γ -токоферол (E 308), δ -токоферол (E309), лецитини (E322).

Токофероли широко поширені в природі. Вони не мають ані токсичності, ні тератогенних, ні мутагенних або канцерогенних ефектів. У ліпідах тварин виявлений тільки α -токоферол, тоді як у рослинних ліпідах знайдено 4 ізомери токоферолу і відповідні токотрієноли. На думку багатьох вчених, стійкість олій і жирів до окислення залежить від вмісту токоферолів та складу жирних кислот. У зв'язку з тим, що при рафінуванні і зберіганні олій проходить часткове видалення або окислення токоферолів, доцільно вводити в ці олії токофероли при додаванні відновлювачів, наприклад аскорбілпальмітату. Швидкість розкладу токоферолів зростає при зменшенні довжини ланцюга і ступеня ненасиченості етилових ефірів жирних кислот. Аналогічна тенденція виявлена в оліях, в яких розклад токоферолів прискорюється також при наявності вільних жирних кислот. При дослідженні впливу окислення α -, γ - і δ -токоферолів на стійкість проти окислення очищеної соєвої олії встановлено, що найбільші проокислюючі властивості проявив α -токоферол. При збільшенні концентрації токоферолів підвищувалось перекисне число і зменшувався вміст кисню. Проокислюючі властивості α -токоферолу виявили на молочному жирі, тоді як у суміші з пальмістатом аскорбінової кислоти і лецитином помітним був синергізм дії.

Серед досліджених сполук обмежений синергетичний антиокислюючий ефект з α -токоферолом на свинячому жирі показали катацин, цінеол, камфен,

феландрен і гераніол. З метою зниження проокислюючої активності α -токоферолу пропонують використовувати цистеїн, гідрохінон, аскорбінову кислоту. Механізм дії інгібіторів пояснюють утворенням хелатних комплексів металу проокислювача з амінокислотами або регенеруванням α -токоферолу при додаванні цистеїну, лимонної кислоти та інших стабілізаторів, що призводить до зменшення концентрації хромооксирадикалів.

Виявлено, що γ -токоферол є більш стійким антиокислювачем, ніж α -токоферол, і в його присутності проходить утворення речовин, які також діють як антиокислювачі. Оптимальні концентрації α -, γ - і δ -токоферолів, при яких підвищується стійкість соєвої олії до окислення, складають відповідно 100, 250 і 500 ч/млн. При більш високому вмісті токоферолу діють як каталізатори окислення.

Запатентований високоякісний ефективний антиокислювач, який одержують введенням токоферолу і ефіру L-аскорбінової кислоти в ацетоновий екстракт чайних листків.

Деякі автори вважають, що вміст токоферолів у саломасах достатній для стабілізації, тому що α -токоферол має високу константу швидкості інгібування. Вони стверджують, що найбільш перспективним напрямком підвищення окислюючої стабільності саломасів є зниження швидкості ініціювання внаслідок виведення прооксидантів. Іони заліза і міді зумовлюють розклад α - і γ -токоферолу. Аскорбінова кислота повністю інгібує дію іонів міді на α - і γ -токоферол. Присутність лимонної кислоти підвищує стійкість α - і γ -токоферолу на дію іонів заліза, тоді як аскорбінова кислота повністю пригнічує цей вплив.

Виявлена висока стійкість токоферолів до високих температур (180°C). Стабільність їх знаходиться в прямій залежності від йодного числа олії. Додавання токоферолу до олії призводить до значного збільшення індукційного періоду окислення. Водночас при випіканні печива руйнується близько 20...30% α -токоферолу. Виявлено підвищення перекисного числа

ліпідної фракції печива під час зберігання із збільшенням внесеної кількості α -токоферолу. Для δ -токоферолу встановлений зворотний зв'язок.

Додавання δ -токоферолу в тісто попереджувало псування печива з добавками моркви і шпинату, тоді як α -токоферол сприяв підвищенню в них перекисного числа. Втрати β -каротину в печиві з морквою або шпинатом під час випікання і зберігання знижувались при додаванні δ -токоферолу, але збільшувались при внесенні α -токоферолу. Аналогічний ефект спостерігається з хлорофілом у печиві з шпинатом.

Лецетин входить до групи фосфоліпідів, переважна більшість яких природного походження, їх отримують із рослинних олій при гідратації. Залежно від походження виділяють соняшникові, соєві, тощо. Вони широко використовуються в кондитерському виробництві, хлібопеченні, при виготовленні морозива. Синтетичні фосфоліпіди являють собою складну суміш амонієвих або натрієвих солей фосфорних кислот з тригліцеридами. Їх використовують у шоколадному, маргариновому виробництві і для виготовлення емульгаторів.

Фосфоліпіди жирів відіграють важливу роль в організмі людини, можуть переривати ланцюги по реакціях з пероксидними радикалами і бути синергістами природних антиокислювачів. Вони здатні утворювати з важкими металами слабоактивні комплекси, регенерувати фенольні антиокислювачі, інактивувати вільні радикали в процесі утворення пероксидів.

На активність фосфоліпідів впливає склад їх молекули. При зниженні ступеня ненасиченості жирних кислот у молекулі фосфоліпідів проходить більш активна її взаємодія з металами.

Серед фосфоліпідів найбільш ефективні суміші токоферолу з фосфатидилінозитом і фосфатидилетаноламіном. Фосфоліпіди підвищують ефективність токоферолу по обриванню ланцюга вільнорадикального приєднання.

На думку ряду авторів, зменшення кількості фосфоліпідів у соняшниковій олії при їх виробництві не повинно переходити певний рівень, нижче якого

стійкість продукту до автоокислення різко скорочується. Це виявлено на арахісовій рафінованій олії, яка значно інтенсивніше окислюється, ніж олія гідратована і, особливо, нерафінована. Олія соєва, очищена від фосфоліпідів і токоферолів, була менш стійкою до окислення, ніж дезодорована. Лецитин відчутно підвищив стійкість олій і гідрогенізованих жирів до окислення за температури 98 – 110°C.

Пропілгалат (Е 310), октилгалат (Е 311) і додецилгалат (Е 312) – це ефіри галової кислоти.

Введення пропілгалату в жири одного або з іншими антиокислювачами і синергістами показало значний стабілізуючий ефект на риб'ячому жирі, лядді, маслі топленому. Недоліком пропілгалату вважають його нестійкість до нагрівання і дії слабкого луку. Крім того, деякі вчені вважають його токсичним.

Октил- і додецилгалат добре гальмують окислюючі процеси в сухому молоці, затримують окислення вітамінів А, С, D, Е і каротину, підвищують стійкість жиру в печиві.

Галати використовують у більшості країн, в яких практикується додавання антиокислювачів.

Еріторбова кислота, ізоаскорбінова (Е315) – значно гірше абсорбується і затримується в тканинах, ніж аскорбінова кислота. Крім того, вона неактивно реабсорбується в нирках і швидко виводиться. Вона використовувалася в якості антиоксиданту для частини харчових продуктів з таким максимально допустимим рівнем: консервовані м'ясні продукти – 500 мг/кг; консервовані рибні продукти – 1500; джеми, желе, мармелади – 200 мг/кг.

Бутилгідрооксианізол (ВНА) (Е320) – це антиокислювач фенольного типу, складається з суміші двох ізомерів 2- і 3-третичних-бутил-4-оксианізолів. У невеликих концентраціях не змінює кольору продуктів і не впливає на їх смак і запах. Це речовина стійка до дії високих температур і слабких лугів. Бутилгідрооксианізол використовують у суміші з токоферолом, лимонною кислотою, метіоніном, лецитином. За результатами досліджень

багатьох авторів, антиокислюючі суміші на основі ВНА добре стабілізують жири у свинині, індичині, топлені жири і жировмісні продукти, харчові концентрати, різні жири риб, олії, крім соняшникової. За свідченням зарубіжних авторів, ВНА більш ефективний на тваринних жирах, ніж на олії. Низька ефективність ВНА виявлена на топлому маслі. В Україні ВНА дозволений для багатьох продовольчих товарів.

Антибіотики – речовини мікробного, тваринного або рослинного походження, які пригнічують життєздатність мікроорганізмів можуть використовуватись при зберіганні м'ясопродуктів. За походженням антибіотики поділяють на 2 групи: мікробного та рослинного походження. Використання антибіотиків ґрунтується на бактерицидному характері їх дії. Вони відрізняються від антисептиків за походженням та способом отримання: антисептики одержують хімічним шляхом з неорганічних продуктів (двоокису сірки), або органічних речовин (бензойної та сорбінової кислот), а антибіотики, які продукуються живою клітиною, одержують біохімічним шляхом.

Найбільш розповсюджені такі антибіотики мікробного походження, як пеніцилін, стрептоміцин, граміцидин та ін.

Антибіотики в сотні разів бактерицидніші антисептиків та надають консервуючу дію в концентраціях, що вимірюються декількома десятковими долями відсотка. Потрібно, однак, мати на увазі, що систематичне вживання антибіотиків небезпечно для здоров'я людини, багато які антибіотики при їх вживанні викликають нудоту, блювоту, розлад серцевої діяльності і навіть шок. При надходженні антибіотиків в організм людини порушується природний симбіоз, який встановився здавна між людиною та мікробами, які є в організмі. В результаті часткового пригнічення одних мікробів стають агресивними інші, які залишилися не пригніченими, що призводить до ряду важко виліковних шкіряних захворювань, які називаються кандадомікозами. Нарешті, систематичне вживання малих доз антибіотиків призводить до вирощування в організмі людини антибіотикостійких рас мікроорганізмів. В результаті появи

в природі таких штучно утворених стійких форм мікробів виникає загроза знецінення антибіотиків як лікувальних засобів.

Ось чому фактично єдиним антибіотиком, який отримав дозвіл органів охорони здоров'я на застосування його з метою консервування харчових продуктів, але тільки за особливих умов, є хлортетрациклін або біоміцин. Цінною в технологічному відношенні особливістю його є властивість повністю розкладатись при нетривалому кип'ятінні. Тому його дозволено застосовувати тільки для консервування сировини тваринного походження — м'яса, риби, битої птиці, яке вживається в їжу тільки після гарячого кулінарного оброблення. Консервувати ж таким чином плоди та овочі, які вживаються і в свіжому вигляді не дозволяється. Органи охорони здоров'я рекомендують використовувати в харчовій промисловості антибіотики, які не мають застосування в медицині.

Деякі антибіотики виробляються органами тварин, до таких антибіотиків відноситься: екмолін, який підсилює терапевтичну дію пеніциліну при грипі.

Нове джерело антибіотиків – вищі рослини, які продуцують фітонциди – антимікробні речовини, відкриті Токіним Б.П.

Фітонциди – бактеріцидні, фунгіцидні, протистацидні речовини, які продукуються рослинами. Ці речовини є одним з факторів їх імунітету і відіграють роль у взаємовідносинах організмів і біоценозах. Антибіотичні речовини бактерій і нижчих грибів, що відіграють роль в "антагонізмі мікробів", є рідкісними випадками явища фітонцидів в рослинному світі. З біологічної точки зору "антибіотики" – це препарати, які отримані з фітонцидів, причому за своєю хімічною природою вони можуть співпадати з активними фітонцидами або бути будь-якими компонентами фітонцидного комплексу.

Хімічна природа фітонцидів досить різна. В більшості це не одна яка-небудь речовина, а комплекс органічних сполук, що вкрай ускладнює отримання "очищення" препаратів в інтересах харчової промисловості та інших галузей.

"Речовини гальмування", які мають бактерицидні властивості, отримують з достиглих плодів огірків, із зимових бруньок дерев, з шишок хвойних. М'ясо, оброблене спиртовим екстрактом з шишок хвойних, здатне зберегти свої якісні показники і товарний вигляд на чотири доби більше, ніж необроблене. "Речовини гальмування" діють на мікрофлору, яка є на поверхні м'яса, уповільнює розвиток мікроорганізмів, тобто мають бактериостатичні властивості. Однак зберігання харчових продуктів за допомогою фітонцидів і "речовин гальмування" не отримало широкого розповсюдження із-за тривалого приготування необхідних препаратів і порівняно незначного потрібного терміну зберігання, а використання антибіотиків може привести до утворення штамів бактерій, стійких до антибіотиків.

Одним з підходів для вирішення задач по винайденню шляхів подовження термінів зберігання м'ясопродуктів є використання екстрактів з природних джерел, які мають бактерицидні властивості або виступають в якості інгібіторів обміну речовин. Відомо, що кропива в народі використовується як консервант для зберігання риби, м'ясопродуктів, крім того вона широко використовується як лікарська рослина в фітотерапії. В листі кропиви і в інших продуктах рослинного походження міститься мурашина кислота. Вона присутня в вибродженному тісті, житньому хлібі.

Встановлено, що спиртові настої "речовин гальмування", нерозбавлені соки фітонцидів, 5 – 10% водні розчини оцтової і 3–5% водні і спиртові розчини мурашиної кислоти і фумігація цими кисл – тами мають фунгіцидні властивості.

Вивчення впливу вказаних речовин на просторі конідій і спорангіоспор грибів свідчить про те, що спиртовий настій кори дуба, розчини оцтової кислоти до 10% частково пригнічують проростання спор мікроскопічних грибів в порівнянні з контролем.

Питання для самодіагностики знань

2. Охарактеризуйте технології обробки холодом і зберігання м'яса та м'ясопродуктів при низьких температурах.
3. Розкрийте сутність процесу інтенсивного заморожування м'яса та м'ясопродуктів.
4. Які зміни відбуваються в м'ясі та м'ясопродуктах зі зниженням температури до рівня, близького до криоскопічної точки?
5. Охарактеризуйте способи охолодження м'яса та м'ясопродуктів.
6. Яким чином відбувається зберігання охолодженого м'яса?
7. Охарактеризуйте умови підморожування м'яса та м'ясопродуктів.
8. Яким чином змінюється активність ферментів м'яса в умовах низьких температур?
9. Особливості режимів розморожування м'яса та м'ясопродуктів.
10. У чому полягає суть наступних процесів обробки м'яса та м'ясопродуктів: обсмажування, варіння у воді, варіння гострою парою, варіння у пароповітряної суміші, варіння вологим повітрям?
11. На якому принципі основані процеси копчення та сушіння м'яса та м'ясопродуктів?
12. Особливості використання атмосфери контролюемого і модифікованого газового складу для зберігання якості харчових продуктів при їх транспортуванні і зберіганні.
13. Охарактеризуйте перспективні види консервування харчових продуктів, які дозволяють створити безперервну поточну переробку м'яса і м'ясопродуктів і зберегти їх харчову цінність та якість.
14. В чому полягає метод консервування тепловою стерилізацією? Переваги та недоліки такого метода.
15. Наведіть приклади застосування хімічних консервантів, механізми їх дії при зберіганні м'яса і м'ясопродуктів.

10. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО

10.1. Вертикальне землеробство

Вертикальне землеробство – це практика вирощування продуктів в вертикально покладених шарах. На практиці можна використовувати ґрунтові, гідропонні або аеропонні методи вирощування. Вертикальні ферми намагаються виробляти їжу в складних умовах, наприклад, там, де орні землі рідкісні або недоступні.



Вигляд вертикальних ферм

Цей метод допомагає в гірських містах та пустелях вирощувати різні види фруктів і овочів з використанням конструкцій, схожих на хмарочоси. Вертикальне землеробство зазвичай використовує суміш природного та штучного освітлення. Оскільки вертикальне землеробство використовує мало місця, воно є популярним і кращим методом для дахових і інших міських форм сільського господарства.

На сьогоднішній день не так багато земель, які б мали родючі культури самостійно без допомоги хімікатів. Вертикальне сільське господарство включає нетрадиційний підхід до сільського господарства, що дозволяє висаджувати культури всередині багатоповерхових будинків. Чим більше і

вище будівля, тим більше врожаю можна зберігати. Ці будівлі функціонують аналогічно теплиці. Йдеться про кондиціонування змінних середовища для оптимізації росту врожаю та збільшення виробництва.

Будинки, присвячені вертикальному сільському господарству, як правило, є навіть хмарочосами з великими розмірами та використанням сучасних технологій, що мають можливість вирощувати рослини. Костюм для роботи в цих місцях – це лабораторний халат. Фахівці з вертикальних культур працюють над тим, щоб зменшити кількість ґрунту, що експлуатується інтенсивним сільським господарством, і покращити, щоб якість продукції була кращою.

У Мадриді є рослинні площі з 1000 квадратних метрів рослин і 20 рослин висотою. Ці будівлі, присвячені вертикальному землеробству, зосереджені на вирощуванні помідорів, мангольду, салату тощо. Для заміни сонця використовують світлодіодні лампочки високої якості для сприяння правильному зростанню. Щоб потрапити в частину вертикальних культур, одяг потрібно попередньо продезінфікувати. Після того, як одяг підготовлений, можна потрапити в зони вирощування.

Серед переваг, при використанні вертикального сільського господарства є:

- для виробництва їжі потрібно менше місця. Оскільки населення світу зростає дедалі більше, попит на їжу стає набагато більшим. Тому кількість родючого ґрунту зменшилась, а решта деградує. У вертикальних фермах міське середовище використовується для посадки та обробки.

- світлодіодна технологія дешевшає, тому виробництво також зменшує витрати. Таким чином, хоча культури не можуть скористатися сонячним світлом, вони можуть дешево рости.

- цей ринок зростає в економіках Азії та Тихого океану.

- споживач більше знає про доквілля.

Тому попит на продукти з меншою кількістю хімічних речовин стає дедалі більшим. Внутрішні ферми дають змогу виробляти місцеву продукцію та зменшувати транспортні відстані, а отже, і забруднення повітря. Істина полягає в тому, що виробництво у вертикальному сільському господарстві здатне збільшити обсяги виробництва на 40–100% порівняно зі звичайним. Таким чином використовується менше води, менше агрохімікатів, і це не вимагає стільки праці. Хоча робоча сила повинна бути більш кваліфікованою.



Вигляд вертикальної ферми у Мадриді

Інша частина звичайного сільського господарства може бути використана в сталому або природоохоронному сільському господарстві. Таким чином, ми не будемо відбирати використання ґрунтів, щоб вони в кінцевому підсумку були занедбаними та знезараженими. Це те, що відбувається з явищем, відомим як вихід з сільської місцевості.

З огляду на переваги, отримані від вертикального землеробства, процес саджання можна майже повністю автоматизувати. Це робить його більш

стійким, оскільки отриманий урожай є більш однорідним. Харчові відходи зменшуються, і дозволяється мати кілька урожаїв на рік одного і того ж продукту.

Ця форма вирощування також дозволяє не залежати від зовнішніх умов, таких як погода. Багато сільськогосподарських культур знищуються або деградують під час сильних штормів. Усередині будівель вони захищені від будь-яких несприятливих екологічних умов.

Цей вид сільського господарства також позитивно впливає на шкоду, завдану природним екосистемам. Наприклад, не використовуючи стільки пестицидів, гербіцидів, азотних добрив та пестицидів, ні ґрунт, ні ґрунтові води не забруднюються. Це впливає краще на відновлення ґрунту після вегетації. Крім того, якщо вертикальні культури не використовують ґрунт, його можна використовувати для інших цілей, таких як лісові землі. Ідеальні умови, пропонувані вертикальним землеробством, дозволяють швидше зростати врожаю.

Можливість контролювати внутрішній клімат сільськогосподарських культур дає можливість їсти "овочі по меню". Це може змусити їх рости швидше і поліпшити харчовий профіль. Для поширення цієї техніки в Україні важливо, щоб споживач добре розумів тип культури. Таким чином, також можна буде інвестувати у вдосконалення техніки сільського та міського споживання.

Технологія закритих ферм у Європі дозволяє отримувати врожай лише за 30 – 40 днів, коли звичайний врожайна відкритому повітрі – 65 днів.

Отже, вертикальне землеробство є хорошим варіантом для зменшення впливу на навколишнє середовище на ґрунтах у всьому світі. Сподіваємось, їх технологія вдосконалюється, і вони стають дедалі ефективнішими.

Основними типами ферм є:

1) Гідропонні (рідше, аеропонні) агровиробництва, що спеціалізуються на вирощуванні зелені, салатів, овочів, ягід, які зазвичай перебувають у перепрофіліфільованих торгових, складських, легкопромислових приміщеннях;



Гідропонне вирощування томатів

2) Аквапонні системи, що поєднують вирощування аквакультури (риби або водних тварин) та гідропонне вирощування рослин; приміщення пророщування, що дозволяють забезпечити високий відсоток схожості насіння для попередньої підготовки розсади у великих тепличних комплексах;



АквAPONне вирощування

3) Ферми контейнерного типу, що переміщуються за допомогою вантажного транспорту;



Ферми контейнерного типу

4) Малооб'ємні блоки дорощування, так звані «кроппери», що є вітринами для вирощування зелені на останній стадії дозрівання, що розміщуються в місцях продажу.

Компанія AeroFarms, найбільша вертикальна ферма у світі, залучила \$100 млн інвестицій у серії E. Головним інвестором стала Ingka Group – материнська компанія ІКЕА. У фінансуванні взяли участь британські компанії Wearsheaf та ADM Capital, а також Mission Point Capital й китайські компанії GSR Ventures та AllianceBernstein.



Вертикальна ферма «AeroFarms»

Основні продукти компанії – рукола, крес-салат і капуста, що продаються під брендом Dream Greens у роздрібних мережах, включаючи Whole Foods і ShopRite.

Vertical Field, ізраїльський стартап, який розробив систему вертикального землеробства, підписав угоду з Moderntrendo S.R.O, міжнародним сільськогосподарським дистриб'ютором, про розміщення своїх установок в мережах супермаркетів по всій Україні.

На початку 2021 року компанія Vertical Field реалізує пілотний проєкт в національній мережі супермаркетів Varus, а потім розшириться на інші мережі. Varus управляє 95 магазинами у 25 містах і щодня залучає близько 260 000 клієнтів.



Вертикальна ферма «Varus» і Oasis Biotech (США)

Ґрунтові установки Vertical Field складаються з окремих блоків рослин, які можна перебудувати за бажанням для вирощування місцевих овочів. Ця зелена стіна підходить для вирощування овочів в магазинах, офісах і багатоквартирних будинках або в будь-якому місці в міських районах, де мало місця, але багато стін.

Фірма, яка раніше називалася Green Wall Israel, заявила, що продукти, вирощені з її допомогою, не містять пестицидів, виробляють менше відходів, ніж традиційне сільське господарство, і використовують на 90% менше води, вирощуючи в точних кількостях в контрольованому середовищі з коротшими

циклами вирощування. Ферми є модульними, розширюваними та переміщуються, з повністю автоматизованим управлінням врожаєм і стерильним середовищем, яке вимагає значно меншого контакту з людьми. У заяві компанії йдеться, що наразі пропонуються такі культури, як салат, базилік, петрушка, капуста і м'ята, все за конкурентоспроможними цінами. Стверджується, що проєкт з Varus призведе до «більшої кількості проєктів в найближчому майбутньому з великою кількістю мереж в Україні».

10.2. Прикладні інноваційні технології в індустрії харчування

Головна мета застосування інноваційних технологій в індустрії харчування – забезпечити безпеку і якість кулінарної продукції; продовжити терміни придатності кулінарної продукції, і, в зв'язку з цим, підвищити обсяг реалізованої продукції за рахунок охоплення віддалених місць реалізації; організувати гнучкий технологічний графік теплової обробки сировини і напівфабрикатів; рівномірно розподілити завантаження устаткування і зайнятість кухарів, а також істотно знизити енергоспоживання на виробництві і т.д.

Вибір концепції інноваційної технології у виробництві кулінарної продукції визначається наступними факторами:

- обслуговується контингент (організація харчування дітей і підлітків регламентується жорсткішими санітарно-гігієнічними вимогами, ніж дорослого населення);

- режим харчування;

- обсяг продукції, що випускається готової кулінарної продукції;

- територіальне розташування місць реалізації від базового підприємства (логістика);

- матеріально-технічна оснащеність заготівельних, заготівельних і роздавальних підприємств харчування та ін.

Залежно від перерахованих факторів можливі наступні принципові схеми організації виробництва:

- підприємство реалізує приготовані страви на місці і (або) транспортує в гарячому вигляді в термопорті в місця реалізації, які розташовані максимально близько для забезпечення безпеки і стабільної якості готової продукції;

- частина готових страв піддають фасування, інтенсивному охолодженню і транспортують в більш віддалені філії, де їжа розігрівається;

- частина готових страв заморожують і відправляють в низькотемпературні шафи або камери складу на тривале зберігання (до декількох місяців) і т.д.

У зарубіжній практиці часто перераховується наступний ряд інноваційних технологій, серед яких найбільш поширені:

- SousVide – низькотемпературна (65–95°C) тривала тепла обробка продуктів, запакованих за допомогою вакууму;

- Cook & Chill – С & С або КЕЧ – «приготувати і охолодити» – інтенсивне охолодження готової продукції і кулінарних виробів;

- CapKold – (від англ. Control Atmosphere Packaging Kept Cold – охолодження в контрольованій атмосферній упаковці). Дана технологія заснована на технології С & С і призначена для промислового виробництва великих обсягів кулінарної продукції з терміном придатності до 45 діб.

- Cook & Freeze – С & F – «приготуй і заморозь» – інтенсивне заморожування готової продукції;

- Cook & Hold – С & Н "приготуй і збережи" – термостатування готової продукції при температурі подачі 65–85°C до реалізації;

- LLFF – Long Life Fresh Food – «продовжені терміни придатності свежеприготовленої їжі»; при цьому можливі різні способи упаковки і

теплової обробки, потім ведеться інтенсивне охолодження готової продукції;

-ESL – Extended Shelf Life – «збільшений термін зберігання», продукти харчування упаковуються в середовищі, що складається з суміші інертних газів різного складу і піддаються тепловій обробці.

-Freeze & Chill – (заморожування з подальшим отепленням до низьких позитивних температур);

-Mic Vac, Micro Past – мікрохвильова обробка;

-High Pressure Processing – (HPP) – обробка під високим тиском і ін.

При всьому різноманітті інноваційних технологій вони мають багато спільного і складаються з наступних основних технологічних операцій: підготовка сировини та її гідромеханічна обробка, приготування напівфабрикатів, упаковка або фасування, тепла обробка напівфабрикатів, холодильна обробка, холодильне зберігання, транспортування в спеціальних контейнерах або ізотермічному транспорті, розігрів, відпустку.

До основних технологічних способах кулінарної обробки в складі інноваційних технологій відносяться низькотемпературна тепла обробка, вакуумування, упаковка в газомодифіковане середовище, інтенсивне охолодження і заморожування, мікрохвильова обробка, вплив високим тиском і т.д.

10.3. 3D друкування їжі

Їжа, надрукована на 3D-принтері, – це їжа, приготована за допомогою автоматизованого адитивного процесу. Хоча таке визначення може бути досить абстрактним, поглянемо на ті автомати з продажу піци, які з'явилися ще у 2015 році. Тісто готується, екструдуюється, покривається томатним соусом і сиром і, нарешті, вирушає в духовку – і все це в тому самому місці. Цей

процес до певної міри можна вважати примітивним процесом 3D-друку харчових продуктів.

Сьогодні створено ексклюзивні ресторани з 3D-друком та десятки харчових принтерів, доступних на ринку. Це швидке зростання як технологій, так і суспільного інтересу спонукало багатьох заявити, що незабаром кожна домашня кухня буде оснащена власним харчовим 3D-принтером.

Насправді 3D-друк їжі все ще знаходиться в зародковому стані, і йому ще доведеться пройти довгий шлях, перш ніж він набуде більшого поширення серед професіоналів і споживачів. Тим не менш, це не заважає захоплюватися цими чарівними машинами та їх їстівним дизайном, що інтригує. Продукти, які можна надрукувати в 3D, обмежені доступними процесами. Екструзія матеріалу на сьогоднішній день є найбільш поширеним процесом 3D-друку продуктів харчування і вимагає пастоподібних матеріалів, таких як пюре, муси та інші в'язкі продукти, наприклад шоколадний ганаш. Спочатку це може здатися трохи обмеженим з погляду варіантів, але навіть всі можливі комбінації між тістом, пюре, сиром, глазур'ю і навіть сирим м'ясом можуть стати найближчого часу привабливими технологіями.

В основному 3D-друк продуктів харчування застосований на принципі нанесення в'язкого матеріалу на поверхню для створення кінцевого об'єкта. Процес приблизно однаковий для більшості цих машин: сировина подається в контейнер, схожий на шприц, і видавлюється, коли сопло переміщається, щоб відстежувати форми та формувати 2D-шари по одному. Харчові 3D-принтери переважно підходять для створення складних форм і малюнків, а не для приготування інгредієнтів. Зазвичай продукти готові до вживання, або готуються у зовнішній печі (або на грилі) після завершення процесу 3D-друку.

Ще в 2016 році два шеф-кухарі світового класу створили в Лондоні нову концепцію ресторану під назвою Food Ink. Спочатку ідея полягала в тому, щоб просто подавати 3D-друкарські страви, але врешті-решт вони дійшли до того, що в ресторані були тільки 3D-друкарські меблі. Food Ink - пересувний

ресторан, який зараз перебуває у світовому турне. Але не тільки в ресторанах високої кухні можна знайти їжу, надруковану на 3D-принтері. Пекарі зробили заголовки для друку їстівних прикрас для весільного торта, і для всіх любителів піци; піца, надрукована на 3D-принтері, вже деякий час перебуває в розробці і, поза сумнівом, рано чи пізно стане реальністю. Зовсім недавно м'ясо на рослинній основі було надруковано на 3D-принтері, щоб імітувати текстуру справжнього м'яса, тоді як німецька компанія використовувала 3D-принтери для створення доступних страв для людей похилого віку, яким важко вживати тверду їжу.

Простіше кажучи, їжа, надрукована на 3D-принтері, є нічим іншим, як типовими їстівними інгредієнтами, обробленими таким чином, що їх можна видавлювати через сопло на поверхню. Мабуть, головна відмінність від звичайних страв – це кінцевий вигляд: 3D-друк дозволяє створювати складні, хитромудрі форми і геометрію, які або неможливо відтворити вручну, або для цього знадобилася б величезна кількість часу.

Переваги. Використовувати продукти, надруковані на 3D-принтері, абсолютно безпечно, якщо вони були приготовлені на відповідній машині в чистому середовищі. Крім створення страв, що продукуються, у 3D-друку їжі є й інші позитивні сторони:

- Персоналізація страв: з точки зору контролю різноманітності та кількості поживних речовин, вітамінів та калорій у їжі, 3D-друк продуктів харчування забезпечує точність. Це може бути надзвичайно важливо в лікарнях, де більш поширені обмежені дієти, і можливість легкого задоволення дієтичного запиту пацієнта.

- Нетрадиційне споживання їжі: коли ви обробляєте поживні рослини та багатих білком комах у напіврідкому стані, ці продукти можуть бути представлені у більш привабливому вигляді та, таким чином, стимулювати їх

споживання. У майбутньому навіть синтетична їжа може бути надрукована на 3D-принтері.

- Легка відтворюваність: обмін рецептами може бути таким самим простим, як передача цифрового файлу через Інтернет. Все, що потрібно, це ті самі вихідні матеріали, налаштування друку та сумісне друкарське обладнання.

Недоліки. З усіма цими цікавими перевагами, які дає 3D-друк їжі, було б недоглядом не згадати про деякі недоліки. Хоча час може змінюватись в залежності від принтера та продукту, який друкується, друк дуже простого шестишарового дизайну може зайняти 7 хвилин, а складніші 3D-моделі – понад 45 хвилин. Це може здатися не таким великим часом, але за таких швидкостей всьому підприємству не вистачатиме масштабованості.

Вартість обладнання та витратних матеріалів також є бар'єром, не кажучи вже про час, витрачений на навчання. Крім того, харчові продукти, які використовуються в цих машинах, вимагають або попереднього варіння, або попередньої обробки для досягнення консистенції, необхідної для екструзії. Таким чином, очікувана відтворюваність та надійність цих машин значною мірою залежить від правильної підготовки цих матеріалів.

Станом на 2022 рік існує лише кілька харчових 3D-принтерів професійного рівня, переважно в настільних версіях, і досі немає промислового обладнання. Незважаючи на це, деякі з наступних моделей вже використовуються для громадського харчування, заходів та ресторанів.

Focus від byFlow це портативний харчовий принтер, який використовує заповнені користувачем шприци для видавлювання малюнків на статичну пластину.

Focus використовується на професійних кухнях та у спливаючих ресторанах, орієнтованих на 3D-друк. Він є гладкою машиною, яка дозволяє

кухарям, кондитерам, шоколаті та іншим людям налаштувати свої вироби, друкуючи їстівні об'єкти у формах, які неможливо вручну або за допомогою форми. Наряду с несколькими рецептами еды для 3D-печати, byFlow Studio отображает коллекцию из более чем 100 различных форм.



3D-принтер byFlow

3D-принтер Mucusini достаточно компактен, чтобы поместиться на кухонной столешнице или храниться в шкафу. В нем используется картридж из нержавеющей стали, наполненный шоколадом, предоставленным производителем. Он также имеет внутреннюю батарею для автономной печати до двух часов и поставляется с уже установленными более чем 200 3D-моделями.



Пищевой 3D-принтер Mycusini.

Шоколадний 3D-принтер MMuse із сенсорним екраном є унікальним серед харчових принтерів. Він оснащений бункерною системою для вихідної сировини, що приймає шоколадну стружку діаметром від 2 до 4 мм і розплавляє її для екструзії. На 3D-принтері MMuse Touchscreen Chocolate також є великий інтерфейс із сенсорним екраном для зручності роботи. Це дорога машина, але вона може бути одним із найміцніших принтерів, оскільки має міцну алюмінієву конструкцію. Сенсорним екраном MMuse можна зручно керувати через WiFi, USB та SD-карти.



3D-принтер MMuse

3D-принтер Foodini від Natural Machines, можна віднести до кращої харчової друкарської машини. Здібний працювати не лише з густими пастами, Foodini – завдяки широкому вибору насадок великого розміру та широких картриджів – може навіть роздруковувати великі гамбургери з додаванням журавлини, волоських горіхів тощо. Розроблений з метою виробництва здорового харчування та інноваційного приготування повністю натуральних продуктів харчування, Foodini знаходить застосування як у реабілітаційних центрах, так і на професійних кухнях.

Замість прямокутної тарілки у Foodini кругла робоча тарілка зі скла Pyrex – того ж жаростійкого скла, яке зазвичай використовується в посуді для мікрохвильових печей. Друкована камера регулюється за температурою, і принтер може містити до п'яти капсул, що автоматично замінюються, з харчової нержавіючої сталі.



3D-принтер Foodini

Ідея дослідників про 3D друковану їжу виходить далеко за рамки простого створення незвичайних форм; вони вважають, що технологія може бути використана для створення індивідуальних сумішей для людей з особливими дієтичними потребами. Це аддитивне виробництво замість віднімаючого виробництва. Є харчові продукти, які неможливо виготовити за допомогою ливарних форм або обробити їх через геометричні обмеження, властиві традиційним методам виробництва Крім того, у кожного є свої смаки і обмеження в харчуванні, тому можна отримувати індивідуальні і багаті харчування страви для кожної людини. Оскільки 3D-принтери володіють знаннями про всі інгредієнти, вони здатні комбінувати їх унікальними способами і адаптувати їх для всіх біометричних і харчових потреб.

10.4. Продуктивність і ефективність виробництва харчових продуктів і напоїв завдяки автоматизації та роботизації виробничих процесів

За останніми даними Міжнародної федерації робототехніки (IFR), автоматизація виробництва прискорюється в усьому світі й у середньому в промисловості на 10 тисяч працівників припадають 74 роботи. В Європі щільність роботів на виробництві найвища й становить 99 одиниць, в Америці – 84, в Азії – 63 одиниці.

Десятку найбільш автоматизованих країн у світі очолює Південна Корея, далі йдуть Сінгапур, Німеччина, Японія, Швеція, Данія, США, Італія, Бельгія та Тайвань. Ідеться не про розробку інновацій у робототехніці, а саме про темпи впровадження роботів у промисловості. Південна Корея вирвалася в світові лідери (631 роботів на 10 тисяч працівників), тому що основна частина роботів застосовується в електротехнічній, електронній та автомобільній промисловості. При цьому Японія залишається провідним промисловим виробником роботів у світі: виробничі потужності японських постачальників досягли 153 тисяч одиниць у 2016 році – найвищий рівень за всю історію. Сьогодні японці постачають 52% світової пропозиції роботів.

Україна, на жаль, не увійшла навіть до переліку 40 країн, що використовують роботів у виробництві. Так, в Індії, на Філіппінах і в РФ на 10 тисяч робочих припадають 3 роботи. Що не так з Україною, при тому, що наші IT-шники очолюють престижні світові рейтинги «білих» хакерів й затребувані в провідних світових компаніях? Причини не лише у відсутності високотехнологічних галузей виробництва, але й у тому, що талановиті фахівці змушені працювати в «тіні».

Тим часом у світі заговорили про те, що роботизація виробництва вже зараз призводить до того, що роботу втрачають люди. За даними Національного бюро економічних досліджень США, використання одного

промислового робота скорочує робочі місця 6 америкаців. За період із 1990 до 2007 року були скорочені 670 тисяч робочих місць. За даними американських дослідників у виданні «Роботи та робочі місця», до 2025 року в США без роботи можуть залишитися 3,4 мільйона осіб. Це призведе до збільшення безробіття на 2%, а зарплати в промисловому виробництві знизяться майже на 3%.

Аналітики консалтингової компанії McKinsey & Co в своєму новому звіті заявляють, що до 2030 року від 75 мільйонів до 375 мільйонів осіб у всьому світі можуть втратити роботу. Таких висновків у McKinsey & Co дійшли після того, як дослідили дані про 800 професій у 46 країнах.

Від автоматизації найбільше постраждають машинні оператори та працівники харчової промисловості. Третина робочих у таких країнах, як Німеччина чи США, будуть змушені шукати нову роботу. А ось у менш розвинених країнах, де не вистачає коштів на автоматизацію, кількість найманих працівників залишиться майже на тому ж рівні.

Футурологи говорять про те, що технології призведуть до вимирання таких професій, як водії, продавці, працівники фабрик із виробництва одягу та взуття. Без роботи можуть залишитися не лише люди, що займаються фізичною працею. Штучний інтелект згодом витіснить бухгалтерів, фінансових аналітиків, промислових дизайнерів, архітекторів, журналістів і навіть юристів і суддів. Зберігатимуться професії, де важко передбачити перебіг подій: рятувальники, вчителі, няні та інші фахівці, що працюють із дітьми, а також професії, де потрібно спілкуватися з людьми. Однак усе це перспектива віддаленого майбутнього.

До того ж дронами, 3D-принтерами й хитромудрими машинами все одно керуватимуть люди. Тому в майбутньому найбільшим попитом користуватимуться інноваційні професії. Коли в 1954 році в США був створений перший промисловий робот-маніпулятор, вчені не думали про те, що процес роботизації розвиватиметься настільки стрімко, що в 2017 році людиноподібний робот Сара отримає громадянство Саудівської Аравії.

Автоматизація та роботизація харчового виробництва забезпечує постійну високу якість продукції, оптимізує цикли перекладання й переміщення та, завдяки прискоренню пакувальних процесів, підвищує продуктивність. Зрештою знижуються витрати й підвищуються конкурентоспроможність продукції. Більш того, інтелектуальна автоматизація та роботизація дає змогу гнучко реагувати на зміни сучасного конкурентного ринку й нові вимоги харчової промисловості.

Виробничий процес починається з перших етапів за допомогою засобів для автоматизації початкових стадій виробництва. Вдосконалення виробничих процесів та скорочення витрат за рахунок автоматизації будь-якої кількості різноманітних завдань, таких як завантаження й розвантаження палет, підготовка конвеєра або навіть термоформування пакунків за допомогою верстата для лиття під тиском.

Завантаження конвеєра. Завдяки повній універсальності автоматизованих рішень доставка сировини на будь-які виробничі лінії не потребує зайвих зусиль.

Знімання з палет. Промислові роботи забезпечують надзвичайно ефективний спосіб переміщення товарів на різних етапах виробничого процесу.

Нарізка м'яса за допомогою робота M-710. Спеціалізовані роботи для харчової промисловості виконують такі делікатні завдання, як нарізання м'яса, з високою точністю і мінімальною кількістю відходів.

Наповнення піддонів за допомогою Fanuc LR Mate 200 iD. Первинну обробку продуктів харчування виконують спеціалізовані роботи для чистих кімнат. Вони захищені харчовим мастилом і спеціальним покриттям.

Виробникам продуктів харчування та напоїв необхідно встигати за сучасними тенденціями. Автоматизувавши **перекладання та сортування** можливо не тільки оптимізувати виробничі процеси, а й гнучко запроваджувати нові розробки, залишаючись конкурентоспроможними. Цьому також сприяє використання інтелектуальної технології візуального розпізнавання та сенсорних систем.

Перекладання сиру за допомогою дельта-роботів. Надшвидкі дельта-роботи ідеально підходять для операцій перекладання.

Пакування горщиків із джемом. Швидкісні промислові роботи підвищують продуктивність операцій пакування джему.

Перекладання бананів. Дельта-роботи FANUC M3 перекладають банани з конвеєра до транспортного лотка.

Числені операції перекладання і пакування продуктів харчування можливо автоматизувати за допомогою міні-роботів, які імітують руку.

Автоматизація на кінцевих стадіях виробництва підвищує гнучкість, допомагаючи швидко реагувати на тенденції та виклики, пов'язані із забезпеченням інтелектуальних і безпечних процесів високоякісного пакування, зберігання та транспортування. Обгортання, маркування, пакування та палетування – усі ці монотонні й повторювані процеси можуть легко виконувати автоматизовані системи, оптимізуючи виробництво й заощаджуючи кошти.

Пакування сиру в транспортувальні коробки. Роботи виконують операції з великим навантаженням і зберігають здоров'я працівників.

Палетування контейнерів із супами. Спеціалізовані роботи-палетизатори – це ідеальне рішення для обробки й переміщення важких вантажів.

Вчені з Кембридзького університету (Великобританія) у співпраці з виробником побутової техніки Веко навчили робота-кухаря оцінювати солоність страви на різних етапах приготування. До цього робот уже вмів готувати омлет на основі відгуків дегустаторів. Тепер він зміг сам спробувати їжу, імітуючи процес жування та скласти карту смаків. Результати дослідження, опубліковані в журналі *Frontiers in Robotics & AI*, будуть актуальними для створення методів автоматизованого або напівавтоматизованого приготування їжі. З іншого боку, новий підхід значно прискорив оцінку солоності їжі у порівнянні з традиційними методами.



Робот-кухар куштує омлет

Сприйняття смаку – складний процес, в який роблять внесок зовнішній вигляд, запах, текстура і температура їжі. Слина, що утворюється під час жування, допомагає переносити хімічні сполуки до смакових рецепторів, що надсилають сигнали нашому мозку. При цьому смак змінюється в міру пережовування їжі, що забезпечує постійний зворотний зв'язок із мозком.

Найчастіше оцінюється смак страви в процесі приготування. Існуючі методи електронної дегустації спираються на аналіз одного гомогенізованого зразка. Тому вчені прагнули відтворити більш реалістичний процес смакового сприйняття у роботизованій системі. Для цього дослідники прикріпили датчик солоності до рук робота. У міру приготування страви з яєць та помідорів він «пробував» їжу, отримуючи свідчення лише за кілька секунд. Щоб імітувати зміну текстури, що виникає під час жування, вчені поміщали шматочки страви в блендер, і робот повторно оцінював смак. Показання, зібрані в різні моменти перемелювання їжі в блендері, дозволили йому скласти «смакові карти» кожної страви.

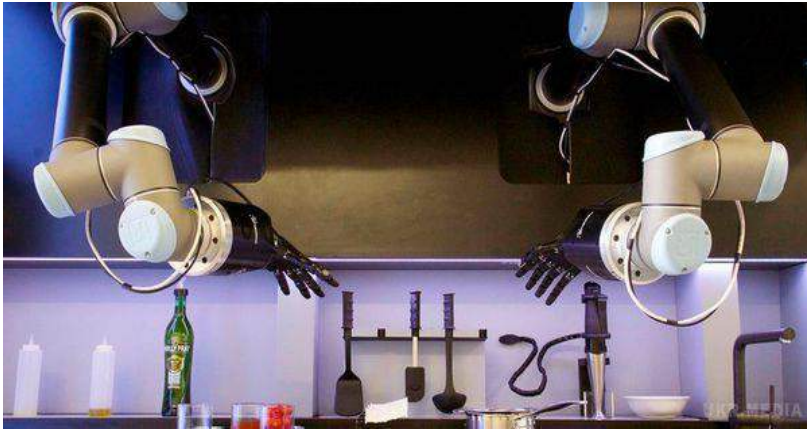
Імітуючи людське сприйняття смаку, роботи зможуть навчитися готувати їжу, яка подобається людям, і підлаштовуватися під їхні індивідуальні уподобання. Розуміння концепції смаку зробить роботів найкращими кулінарами. Такі пристрої будуть затребувані у будинках для людей похилого віку, інтернатах, лікарнях та інших організаціях, де людських ресурсів не завжди вистачає на те, щоб забезпечити всіх людей смачним та збалансованим харчуванням.

Поки це лише концепт майбутньої «розумної» техніки для кухні. Він являє собою систему з кухонної плити, посуду і раковини, над якими чаклує пара роботизованих рук. Маніпулятори робота-кухаря оснащені суглобами, двигунами і датчиками. Під час роботи «розумна» машина орієнтується на 3D-запис, імітуючи рухи рук людини.

На виставці в Гановері було продемонстровано як робот готує крабовий суп за рецептом кухаря Тіма Андерсона – переможця кулінарного конкурсу MasterChef. Потрібні інгредієнти підготували заздалегідь. Роботу залишилося лише покласти їх у певний час в каструльку і зварити. Готову страву він самостійно розкладав по тарілках. Вся процедура зайняла не більше півгодини. Отримано дійсно хороший крабовий суп. Приправ досить, не пересолене. Виникає питання як таке можливо? Розробники стверджують, що робот зможе готувати не гірше людини, а може бути навіть і краще. Між тим у робота є один мінус. Він не може, як людина, спробувати, чи готове блюдо, і чи потрібно додати в нього солі або приправ. Однак поки що зауважень до нього немає.

Концепт робота продовжують удосконалювати. У майбутньому він зможе готувати 2000 різних страв. Всю кухонну систему розробники хочуть помістити за скло, щоб зробити процес готівлі любого блюда повністю безпечним для людини.

Лондонська фірма Moley, дітище робототехніка Марка Олійника, створила першого у світі робота-кухаря.



Перший у світі робот-кухарь

Презентація пристрою відбулася на ярмарку робототехніки в Ганновері. Робот складається з двох маніпуляторів, встановлених над широкою робочою поверхнею з конфорками, раковиною і плитою. Спритність маніпуляторам забезпечила лондонська фірма Shadow Robotics, що бере участь в робото-технічних проектах НАСА. У кожній робо-руці міститься 20 моторів, 24 шарніра і 129 датчиків. Система вміє імітувати рухи рук живого кухаря, записані на камеру.

Робот BratWurst Bot (Німеччина) самостійно приймає замовлення від клієнтів і готує сардельки на грилі. Без будь-якого людського втручання. Розробники повідомляють, що створювали його для того, щоб продемонструвати, наскільки просто взагалі створити роботизованого помічника для подібних завдань. Розроблено також роботизованого шеф-кухаря компанією FZI. На його прикладі розробники заодно демонструють, як може робот координуватися з людьми-клієнтами. BratWurst Bot, що навчився смажити на грилі сосиски, зможе стати одним з перших роботів, які вигідно замінюють людей в закладах громадського харчування.

Робот був побудований з рухомих деталей, забезпечений інтерактивним програмним забезпеченням, завдяки якому він може спілкуватися з публікою. Його можна просто перенести з підставки до класичного газового грилю і запустити. Інтерактивний помічник і кухар в одній роботизованій особі готовий приготувати вам купу німецьких сардельок.

Для того, щоб замовити щось через робота, на його планшетному "обличчі" необхідно ввести своє ім'я. На екрані з'явиться орієнтовний час, який займе приготування замовлення. Для того, щоб стежити за процесом приготування сосисок, робот використовує дві RGB-камери і сегментований алгоритм. Робот виявляє сосиски на грилі і спостерігає за тим, як змінюється їх колір у процесі приготування. Робот BratWurst Bot – не тільки чудовий кухар, який не пересмажить ваші сосиски, він також оснащений системою менеджменту, завдяки якій зводить до мінімуму очікування клієнта.

Вважається що у XXI столітті робототехніка майже підійшла до наступного етапу свого розвитку – створенню інтелектуальних роботів. Це стало природним етапом удосконалювання роботів, що відповідають вихідній ідеї появи подібних пристроїв як заміників людей у їхній професійній діяльності.

Інтелектуальний робот – це робот конкретного призначення, в основних функціональних системах якого використовуються методи штучного інтелекту, що дозволяє розширити сферу застосування робототехніки практично на всі області людської діяльності. Поки такі роботи – в основному ще предмет наукових досліджень і лабораторних випробувань, однак перші їхні зразки вже починають з'являтися на ринку.

Майже у всіх технічно розвинених країнах створені національні асоціації по робототехніці. У ряді країн є фінансовані державою національні програми щодо цієї проблеми. Розвиваються такі програми на міжнародному рівні.

Створення роботів – кропіткий та високотехнологічний процес. Необхідно чітко вистроїти алгоритм роботи маніпулятора, розрахувати процеси навантаження по кількох осях та забезпечити тривалу безаварійну роботу. Все це

можливе тільки при використанні матеріалів та комплектуючих відповідної якості та тих, що володіють заданими механічними, хімічними та технологічними властивостями.



Застосування роботів у сільському господарстві

На те, як виглядатиме робот майбутнього, впливають не лише виробничі та економічні чинники. Їх зовнішній вигляд і функціональність також будуть визначатися екологічною складовою, ступенем взаємодії роботів та людей, необхідністю соціалізації роботизованих пристроїв та розвитком супутніх індустрій. Так, високошвидкісний інтернет дозволить підвищити рівень самоорганізації та розширить опціональність роботизованої техніки. А пандемія COVID-19 зумовила дуже важливі передумови для глобальної автоматизації онлайн-торгових майданчиків і створення роботів-кур'єрів, здатних фасувати, доставляти й навіть розігрівати продукти харчування.

Питання для самодіагностики знань

1. Охарактеризуйте вертикальне сільське господарство в Україні та за кордоном.
2. Особливості технології закритих ферм. Їх переваги та недоліки.
3. Якими факторами визначається вибір концепції інноваційної технології у виробництві кулінарної продукції ?
4. Що таке 3D-принтери і їх сучасне застосування в харчових технологіях? Переваги та недоліки 3D-принтерів.
5. Інтелектуальна автоматизація та роботизація їх участь у сучасному конкурентному ринку й нових вимогах харчової промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч.пос. /– К.: Центр учбової літератури, – 2009. – 544 с.
2. Лозова Т.М. Дослідження вмісту біологічно активних речовин у нетрадиційних природних добавках з антирадикальною дією для борошняних кондитерських виробів. Обладнання та технології харчових виробництв, – 2013, – С. 106-110.
3. Дробот.В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
4. Матвеева І. В. Мікроінгредієнти і якість хліба // Харчові інгредієнти. Сировина и добавки . – 2000 . – № 1. – С. 28–31.
5. Пашенко Л.П. Использование семян льна для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий. Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 4. С. 82–85.
6. Дискіна А.А., Богаченко Я.В. Напрями стимулювання інноваційного розвитку підприємств харчової промисловості в Україні. Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка. 2016. Вип. 10. С. 582-585.
7. Кульпа К. Производство изделий из замороженного теста / под ред. К. Кульпа, К. Лоренца, Ю. Бруммера. – СПб.: Профессия, 2005. – 283 с.
8. Лабутіна Н.В. Технология хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием ржаной муки. / Н.В. Лабутіна. – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 258 с.
9. Юрчак В.Г. Технології макаронних виробів [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня « Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми « Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / В.Г. Юрчак, А.М. Грищенко – К.: НУХТ, 2020. – 55 с.

10. Коробкіна З.В., Романенко О.Л. Товарознавство смакових товарів. – К.: КНТЕУ, 2003. – 123 с.
11. Справочник по приёмке, хранению и реализации продовольственных товаров растительного происхождения / под общ. ред Мищыка В. Ю., т. 1. – К.: Техніка, 1991. – 215 с.
12. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. К.: Урожай, 1999. – 152 с.
13. Бутейкис Н. Г., Жукова А. А. Технология приготовления мучных кондитерских изделий : учебное пособие / 2-е изд. М. : Издательский центр «Академия», 2003. 304 с.
14. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений/А.И. Ермаков, В.В.Арасимович – Л.: Агропромиздат. – 1987. – 430 с.
15. Давидович О.Я., Лозова Т.М. Нетрадиційні види борошна у кондитерському виробництві. Товарознавство та інновації, 2011, 229–234.
16. Технологія молочних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. – Київ : НУХТ, 2013. – 502 с.
17. Харчова біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог, М. М. Антонюк, О. І. Скроцька, Н. Ф. Кігель ; Національний університет харчових технологій. – Київ : Ліра-К, 2016. – 408 с.
18. Семак Т. Некоторые особенности быстрого замораживания тестозаготовок // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – № 5. – С. 12–15.
19. Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. – 312 с.
20. Зубар Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. Київ: Центр учбової літератури. – 2016. – 336 с.

21. Поліщук Г.Є. Інноваційні технології галузі: конспект лекцій для студ. світнього ступеня «Магістр» спец. 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології зберігання, консервування та переробки молока» денної та заочної форм навч: НУХТ. – 2016. – 93 с.
22. Власенко В.В., Головка М.П., Семко Т.В., Головка Т.М. Технологія молока та молочних продуктів: навчальний посібник: Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ. – 2018. – 202 с.
23. Пивоваров П.П., Прасол Д.Ю. Теоретичні основи технології харчових виробництв. Х.: ХДУХТ, – 2003. – 89 с.
24. Фролова, Н.Є. Основи конструювання нових харчових продуктів: навч. посіб. – К.: НУХТ, – 2010. – 207 с.
25. Сімахіна, Г.О. Низькі температури в технологіях оздоровчих продуктів. / Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко. – К.: Видавництво «Сталь», – 2011. – 363 с.
26. Високотехнологічні виробництва продуктів харчування: навч. посібник /Т. В. Пилипенко, Н. І. Пилипенко, Т. В. Шленська [та ін.]. – СПб.: ІЦ Інтермедія, – 2014. – 112 с.
27. Оберліс Д., Харланд Би., Скальний А. Біологічна роль макро- та мікроелементів у людини та тварин. – СПб: Наука, – 2008. – 544 с.
28. Вітаміни та мінеральні речовини: повна енциклопедія / сост. Т.П. Ємельянова. – СПб: ВД «ВЕСЬ», – 2001. – 368 с.
29. Баль-Прилипка Л.В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса. Підручник – К. КВЩ, – 2010 – 469 с.

Рекомендовано до видання вченою радою ДДАЕУ
протокол № 3 від «01» грудня 2022 р. Підп. до друку 12.12.2022 р.
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 23.72. Наклад 50 прим. Зам. № 29

Видавець Обдимко О.С.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції.

Серія ДК №6033 від 20.02.2018 р.

вул. Уральська 17, кв. 75, м. Дніпро, 49008, Україна

Тел.: +38 (067) 637-01-81. E-mail: obdymko.olga@gmail.com

